

Модуль «1С: Предприятие 8. Бухгалтерия строительной организации» предназначен для автоматизации бухгалтерского и налогового учета, включая подготовку обязательной (регламентированной) отчетности, в организациях, осуществляющих любые виды коммерческой деятельности, включая оказание услуг, производство и т.д.

Опыт стран с развитой системой рыночных отношений показывает, что существуют различные виды специализированных строительного-монтажных и производственных организаций. Они различаются между собой набором услуг, оказываемых клиентам, товарной специализацией, обслуживанием определенных категорий заказчиков и др. В основу деятельности этих организаций заложена система автоматизации закупок, которая выполняет следующие функции: формирование стратегии приобретения материальных ресурсов и прогнозирование потребности в них; получение и оценка предложений от потенциальных поставщиков; выбор поставщиков; определение потребностей в материальных ресурсах и расчет количества заказываемых материалов и изделий; согласование цены заказываемых ресурсов и заключение договоров на поставку; контроль за сроками поставки материалов; входной контроль качества материальных ресурсов и их размещение на складе; доведение материальных ресурсов до производственных подразделений; поддержание на нормативном уровне запасов материальных ресурсов на складах.

Определение потребности в материальных ресурсах можно осуществить тремя методами: детерминированным – на основе планов производства и нормативов расхода; стохастическим – на основе вероятностного прогноза с учетом потребностей за прошлые периоды; оценочным – на основе опытно-статистической оценки. Выбор метода зависит от особенностей материальных ресурсов, условий их потребления и наличия соответствующих данных для проведения необходимых расчетов.

Учитывая тот факт, что многие организации по производству строительных материалов и конструкций имеют фиксированный спрос и нередко ограниченные складские помещения то, по мнению авторов, для определения стратегии управления запасами можно опираться на математическую модель управления запасами с фиксированным спросом и/или на экономико-математическую модель управления запасами с ограничениями на складские помещения. В первой модели на начальных условиях необходимо отслеживать моменты поступления заявок, интенсивность расходования ресурсов, мгновенность поставок, отсутствие дефицита. Во второй – оптимальный размер заказа при ограничении размера площади для хранения материала или продукции определяется путем последова-

тельного расчета для разных значений объемов заказа на сырье и материалы. Эти модели заложены в основу различных методов и автоматизированных систем планирования ресурсов предприятия (ERP, MRP I, MRP II, JIT, KANBAN, OPT). Наиболее удачными, с точки зрения функционирования учетных систем, признаны ERP-системы, и активно используемая российская система управления складом в режиме реального времени – Solvo.WMS [1]. К сожалению, данная система, используясь во многих отраслях (легкая промышленность, машиностроение и приборостроение, пищевая промышленность и др.) не нашла своего места в строительной отрасли. А ведь данная система позволяет проектировать цепи поставок ресурсов, эффективно автоматизируя самые специфичные процессы для организации непрерывного производственного процесса.

Заключение. Система учета затрат предприятия, работающего в современных условиях, является важной составляющей его управления, так как именно здесь формируется вся информация о фактических издержках, а значит создаются основы для определения фактической себестоимости и прибыли. Способ выявления производственного результата от реализации строительной продукции (работ, услуг) определяется методикой учета затрат и калькулирования себестоимости. Поэтому эффективная хозяйственная деятельность строительного-монтажного предприятия невозможна без рациональной организации бухгалтерского учета затрат, строгого учета использования тех или иных ресурсов. Получить такую информацию возможно при своевременном и правильном исчислении себестоимости, составлении калькуляций, позволяющих объективно оценивать эффективность производственных затрат, и выявлении влияния различных факторов на себестоимость продукции.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Вентцель, Е.С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения / Е.С. Вентцель, А.А. Овчаров. – Москва : Наука, 2010. – 187 с.
2. Леонов, С.Н. Кредитоспособность региона / отв. ред. П.А. Минакир; Рос. акад. наук, Дальневост. отд-ние, Ин-т экон. исследований. – Хабаровск : РИОТИП, 2003. – 144 с.
3. Кочурко, А.Н. Комплексное управление оборотными активами предприятия на основе логистического подхода / А.Н. Кочурко, Я.С. Антонюк, П.А. Кочурко. – Брест : Изд-во БрГТУ, 2010. – 174 с.
4. Экономика строительства / И.С. Степанов [и др.]; под общ. ред. И.С. Степанова. – 3-е изд., доп. и перераб. – Москва : Юрайт : Юрайт-Издат, 2005. – 620 с.

Материал поступил в редакцию 06.02.2017

KUGAN S.F., RADCHUK A.P. Cost cutout in building on basis of elements of administrative account

In a management at the production of building goods it is necessary expenses to use the modern methods of management resources and calculation of prime price. The use of information technologies allows not only to facilitate treatment of acting information but also renders positive influence on the strategic decisions of guidance of enterprises.

УДК 69.05:338.262:658.011.56

Павлючук Ю.Н., Срывкина Л.Г.

КРИТЕРИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ В ХОДЕ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ

Введение. Строительное производство осуществляется в условиях постоянного действия внешних и внутренних возмущающих факторов. Поэтому в данной системе неизбежно возникают отклонения от первоначально намеченного плана – годового или квартального (будем называть его текущим планом). Соответственно, появляется необходимость в мониторинге и вмешательстве в ход производственного процесса для достижения поставленных целей, то есть

в оперативном управлении.

Оперативное управление является составной частью управленческой деятельности, ограниченной определенным временным интервалом – месяцем, неделей, сутками, и представляет собой совокупность мер, позволяющих воздействовать на конкретные отклонения от установленных производственных заданий [1, с. 230].

Подсистема оперативного управления является «регулятором,

Срывкина Людмила Геннадьевна, доцент кафедры экономики и организации строительства Брестского государственного технического университета.

Павлючук Юрий Николаевич, профессор кафедры менеджмента Брестского государственного технического университета, профессор кафедры управления Природно-гуманитарного университета, г. Седльце, Республика Польша. Беларусь, 224017, БрГТУ, г. Брест, ул. Московская, 267.

или, точнее, стабилизатором системы относительно заданной программы действий», «основным промежуточным звеном между годовым (текущим) планом (программой работ) и производственным процессом» [2, с. 331].

Процесс оперативного управления строительным производством реализуется посредством следующих операций [3, с. 100]:

- контрольной – получения и обработки информации о состоянии объекта; сопоставления полученной информации с заданием, предусмотренным текущим планом;
- аналитической – анализа выявленных отклонений;
- информационной – получения информации о состоянии ресурсов в системе и состоянии других объектов;
- нормативной – определения количества ресурсов, необходимых для возвращения системы в заданное состояние;
- управляющей – принятия управленческого решения.

Если в результате обработки и анализа полученной информации формируются решения, для реализации которых отводится достаточно длительный период (неделя, месяц), возникает необходимость разработки оперативного плана.

Оперативное планирование принципиально отличается от других видов планирования. Во-первых, оно не предполагает пересмотра целей функционирования системы управления и предназначено для возврата системы в состояние, заданное при тактическом (текущем) планировании. Во-вторых, оперативное планирование опирается на достаточно точную информацию о состоянии объекта управления (выполненных объемах работ на строящихся объектах, наличии трудовых ресурсов, материалов и оборудования). При составлении планов строительного предприятия на относительно длительный период невозможно учесть все факторы, которые могут возникнуть непосредственно перед началом производства работ. Тактическое, а тем более стратегическое планирование характеризуются значительной степенью неопределенности. По мере приближения к намечаемым срокам выполнения работ информированность о текущей ситуации возрастает; соответственно, возрастает достоверность и детализация плановых расчетов.

Основной целью оперативного планирования строительного производства является определение наиболее экономически эффективного пути реализации заданий по строительству объекта в рассматриваемый период времени, обеспечивающего выполнение условий договоров подряда и показателей текущего планирования.

В ходе оперативного планирования решаются следующие задачи [3, с. 334; 4, с. 363; 5, с. 214; 6, с. 339]:

- 1) конкретизация заданий текущего плана с учетом обеспеченности всеми необходимыми трудовыми и материально-техническими ресурсами;
- 2) обеспечение четкой, ритмичной, согласованной работы всех подразделений организации;
- 3) равномерное и полное использование производственной мощности;
- 4) достижение баланса в работе основных и обеспечивающих звеньев (материально-технического снабжения и транспортного обслуживания);
- 5) обеспечение высокого качества готовой продукции;
- 6) принятие решений, основанное на внедрении рациональной технологии выполнения работ и организации труда, эффективного использования техники, своевременного и комплектного материально-технического обеспечения;
- 7) текущие задачи управления: завершение отдельных видов (этапов) работ, ликвидация ранее допущенных отставаний, открытие фронтов работ смежным организациям, подготовка к работе осенне-зимний период, к комплексному опробованию оборудования и др.

Качество управленческих решений определяется совокупностью параметров, связанных, с одной стороны, с удовлетворением конечных потребителей продукции, работ, услуг, с другой стороны, - с практической реализуемостью принятых решений. Качество решений, принимаемых в ходе оперативного управления строительным производством, можно оценить по многим показателям: соблюдение дого-

ворных сроков выполнения работ, полнота и равномерность загрузки трудовых ресурсов и производственных мощностей, сокращение затрат, максимизация прибыли строительной организации и т. д. Поэтому задача оценки качества решений является многокритериальной.

Особенностями процесса принятия решений в ходе оперативного управления являются:

- большой объем обрабатываемой и анализируемой информации постоянного и переменного характера;
- сжатые сроки для подготовки и принятия решений;
- отсутствие существенного временного разрыва между принятием решения и его реализацией;
- при том, что каждый объект с точки зрения архитектурных, конструктивных решений, местоположения, характера взаимодействия между заинтересованными сторонами (заказчиком, подрядчиками, проектировщиками, поставщиками ресурсов) и т.д. является уникальным, ситуации, складывающиеся в процессе строительства разных объектов, можно определенным образом систематизировать и сформулировать правила поведения в них, позволяющие достичь желаемого результата наиболее эффективным способом;
- решения, принимаемые в ходе оперативного управления, как правило, не предусматривают пересмотра целевых показателей (договорных сроков завершения этапов работ, строительства объекта в целом, договорных цен). Но они влияют на путь продвижения к цели и, соответственно, на показатели деятельности подрядной строительной организации - затраты, рентабельность работ и услуг, что определяет важность этих решений и ответственность лиц, их принимающих.

Поэтому качественные оперативные управленческие решения могут быть приняты только при условии наличия объективной и достоверной информации, а также средств, позволяющих ее накапливать, обрабатывать, анализировать в короткие сроки и осуществлять поддержку принятия эффективных решений.

Целью представленного исследования является анализ современного состояния в области решения задач оперативного управления в строительстве и поиск путей решения существующих проблем.

1. Существующие подходы к решению задач оперативного планирования и управления в строительстве.

В советское время вопросам оперативного планирования и управления строительным производством уделялось значительное внимание. Еще в 1979 году было сформулировано и методически оформлено представление о системном характере подготовки строительного производства – «Руководство по единой системе подготовки строительного производства». Единая система подготовки строительного производства рассматривалась как совокупность трех подсистем [7, с. 4-15]: общей подготовки строительного производства, подготовки генподрядных строительных организаций и подготовки к строительству объектов.

Одна из задач подготовки к строительству объектов формулировалась как «организация производственных процессов», а среди ее элементов перечислялась «организация контроля и оперативного планирования строительного монтажа работ на объектах», задача которого – «обеспечить поточность, ритмичность и непрерывность выполнения работ, а также наиболее полное использование материально-технических и трудовых ресурсов на объекте строительства». Отмечалось, что для равномерной и согласованной работы всех участников строительства оперативные планы должны составляться с учетом рационального распределения объемов строительного-монтажных работ по объектам, бригадам и плановым периодам, предусмотренным проектом организации работ строительной организации [7, с. 12, 13].

Таким образом, оперативное планирование строительного производства рассматривалось как элемент организации производственных процессов, являющейся подсистемой подготовки строительного производства.

В 1981 году ВНИПИ труда в строительстве разработал «Методическое руководство по оперативно-производственному планированию в строительных организациях с применением ЭВМ» [8], в кото-

ром отражены несколько апробированных на тот момент методов автоматизированной разработки оперативных планов.

Например, один из методов позволяет формировать календарное расписание строительно-монтажных работ и графики потребности в материальных, трудовых ресурсах, механизмах, а также рассчитывать ряд технико-экономических показателей деятельности общестроительной организации на планируемый период (квартал, месяц, неделю в разрезе рабочих дней). В ходе его реализации предусматривается решение двух основных задач:

- разработки календарных планов производства работ на пусковой комплекс, отдельные здания и сооружения или виды работ;
- разработки сводного календарного плана строительной организации и графиков обеспечения основными видами ресурсов с учетом их ограничений.
- При этом учитываются следующие условия:
- заданные сроки начала и окончания строительства объектов и выполнения отдельных работ;
- ограничения по рабочей силе, механизмам, материальным ресурсам и финансированию;
- технологические и организационные условия выполнения работ (возможность ведения работ в зимний период, возможность прерывания работ и их цепочек, необходимость параллельного выполнения работ);
- приоритеты объектов.

При решении задачи применяется метод «калибровка», предусматривающий рациональное использование ограниченных ресурсов в ходе моделирования процесса возведения объектов во времени. Для этого весь плановый период разбивается в зависимости от степени детализации информации и этапов планирования на непрерывающиеся промежутки времени. Модели выполнения работ образуются на основе распределения всех имеющихся ресурсов на каждом шаге планирования. Это распределение осуществляется в результате организации конкурса между работами, включенными во фронт работ рекомендуемой единицы планирования.

Другой рекомендуемый в [8] метод позволяет зависимости от учета ограничений по трудовым ресурсам организаций-исполнителей разработать следующие варианты оперативных планов:

- ✓ *план-потребность*, обеспечивающий ввод объектов заданные сроки, минимизирующий общую потребность в трудовых ресурсах по каждому объекту и рассчитываемый без учета ограничений по численности трудовых ресурсов исполнителей;
- ✓ *план-возможность*, обеспечивающий минимальное отклонение от заданных сроков ввода объектов и формируемый с учетом ограничений по численности рабочих у каждого исполнителя;
- ✓ *комбинированный вариант плана*, когда для части исполнителей учитываются ограничения по трудовым ресурсам и для них формируется план-возможность, а для остальных исполнителей ограничения не задаются, и для них рассчитывается план-потребность.

Третий метод позволяет рассчитывать оперативные планы производства работ на каждом объекте и формировать плановые показатели, исходя из условия максимального приближения заданий по производству комплексов работ на объекте в планируемом периоде к установленным в годовом календарном плане срокам ввода объекта в эксплуатацию в условиях ограниченных трудовых ресурсов.

Целевая функция данного метода имеет вид:

$$\min \sum_{i=1}^N |\Delta t_i|, \quad (1.1)$$

где Δt_i - разность между сроками начала на i -том объекте вида работ, последующего за планируемым видом, по годовому и оперативному плану.

Куликов Ю.А. [9] разработал подход к решению задачи оперативного планирования, основанный на применении имитационных моделей. Формальная постановка задачи включает имитационную модель и оптимизационную задачу. Основные элементы системы: объект, средства его возведения, набор управляющих правил, в соответствии

с которыми происходит целенаправленное взаимодействие объекта со средстами его возведения в процессе функционирования системы.

Оптимальный план описывается следующим образом.

Задается календарный план (x, R) :

$$R = \{R_1, R_2, \dots, R_j, \dots, R_m\};$$

$$x = \{x_1, x_2, \dots, x_j, \dots, x_m\} \quad (1.2)$$

где R_j - количество j -го ресурса типа мощностей (количество бригад); x_j - момент прибытия j -го ресурса на стройплощадку.

Задаются также пределы изменения каждого ресурса:

$$R_{j,\min} \leq R_j \leq R_{j,\max}, \quad (1.3)$$

где $R_{j,\min}$ - минимальное количество ресурса j -го типа; $R_{j,\max}$ - максимальное количество ресурса j -го типа.

Критерием оптимизации может быть минимизация затрат ресурсов C :

$$C = \sum_{j=1}^m \sum_{s=1}^{k_j} (A_j + B_j t_{js}) \rightarrow \min, \quad (1.4)$$

где A_j - единовременные затраты на перебазировку j -го ресурса; B_j - стоимость использования j -го ресурса в единицу времени; t_{js} - время работы s -той бригады j -го ресурса на объекте; k_j - число бригад j -го ресурса; m - число типов ресурсов.

Критерий оптимальности является случайной функцией, так как зависит от времени пребывания ресурса на объекте, которое, в свою очередь, также носит вероятностный характер.

В общем случае критерий оптимальности имеет вид $f(x, R)$. В качестве критерия оптимальности могут быть приняты приведенные затраты, простой ресурсов, равномерность использования ресурсов и т. д.

Поскольку работа модели проходит под воздействием случайных факторов, то ограничения могут быть стохастическими. В качестве основного ограничения выступает требование того, чтобы вероятность выполнения комплекса работ в установленные сроки была не меньше выбранного уровня надежности α :

$$\Phi(x, R) = P\{t(x, R) \leq t_g\} \geq \alpha, \quad (1.5)$$

где $t(x, R)$ - вычисляемый в модели срок окончания работ при плане (x, R) ; t_g - заданный срок выполнения комплекса работ (x, R) - директивный срок строительства или продолжительность планового периода в случае решения задач оперативного управления.

В целом использование имитационных моделей при решении задач оперативного управления строительством является перспективным направлением. Управление строительством в условиях неопределенности входной информации и сложности протекающих в системе процессов носит вероятностный характер. Строгое математически оптимальное решение в реальных условиях таковым может и не оказаться, а лучшее решение следует искать среди рациональных решений с различными вероятностями их свершения. Поэтому целесообразно в управлении строительством применять модели, которые дают не единственное решение, а зону рациональных решений с их экономическими и вероятностными оценками, позволяют проигрывать разные производственные ситуации и оценивать степень риска тех или иных управленческих решений.

Разработкой методов и моделей оперативного планирования и управления в строительстве занимались В.П. Хибухин, В.З. Величкин, В.И. Втюрин [10], М.Б. Зильберман, А.Л. Безлюдов, Л.М. Каплан [11], Б.Н. Небритов [12], В.М. Васильев, Л.Б. Зеленцов [13] и другие.

Таким образом, было разработано значительное число математических моделей строительных систем, отражающих в той или иной степени динамизм и вероятностный характер протекающих в них процессов, их технологическую и организационную увязку в пространстве и времени. В советское время они с определенным успе-

хом применялись в практике строительства, хотя полная формализация задач управления строительством не была достигнута.

Если для отечественной практики управления долгое время было характерно то, что в центре внимания традиционно находилась строительная организация, то за рубежом центральным пунктом, вокруг которого формируются организационные структуры и развиваются методы управления, является *проект*.

Для целей управления за рубежом проектами широко применяются различные программные комплексы, позволяющие осуществлять календарное и ресурсное планирование, фиксацию базовых планов, отслеживание хода выполненных работ в процессе реализации проекта, сравнение фактических показателей с запланированными, оценку хода работ, прогнозирование затрат и сроков реализации проекта. Обязательным условием эффективного применения подобных систем является мониторинг работ по проекту, который позволяет вовремя заметить отклонения и путем корректирующих действий обеспечить выполнение проекта в заданных параметрах.

Одним из основных методов оценки хода работ по проекту в зарубежной практике является *метод заработанной стоимости (освоенного объема)* (Earned Value Analysis). Он основан на определении соотношения фактических затрат и объема работ, которые должны быть выполнены к определенной дате. При этом учитывается информация по стоимости, плановому и фактическому графику работ и дается обобщенная оценка состояния работ на текущий момент. Выявленные тенденции используются для прогноза будущей стоимости работ при завершении проекта и для определения факторов, оказывающих влияние на график выполнения работ. Анализ освоенных объемов является стандартной функцией программного обеспечения для управления проектами. Результаты этого анализа являются эффективным средством для поддержки принятия оперативных управленческих решений по проекту [14, с. 582].

Российские ученые Бурков В.В., Новиков Д.А., Коновальчук Е.В., Матвеев А.А., Цветков А.В., Колосова Е.В. ведут исследования по применению теоретико-игровых и оптимизационных моделей и методов оперативного управления проектами. В частности, ими предложены и исследованы модели, позволяющие решать задачи управления с учетом моментов принятия решений, их содержания (эффективности) и согласованности, в том числе: модели дополнительных соглашений, сокращения продолжительности проекта, шкал оплаты, распределенного финансирования, типовых решений, точек контроля [15, 16, 17, 18]. Поскольку модели являются обобщенными, актуальной является их адаптация к практическим задачам с учетом отраслевой специфики, включая строительство.

Сегодня в Республике Беларусь сделан большой шаг назад в области автоматизации планирования в строительстве. Анализ систем планирования крупных строительных организаций (ОАО «Строительный трест № 8», КУП «Брестжилстрой», ОАО «Полесьежилстрой») показывает, что ни советские разработки (в адаптированном виде), ни современные программные комплексы управления проектами типа MS Project, Primavera Project Planner, Open Plan, Spider Project там не применяются. Разработка планов осуществляется в лучшем случае на базе MS Excel, что делает невозможным применение современных методов анализа освоенных объемов, эффективное прогнозирование сроков и затрат по завершении строительства объекта и в целом является недостаточным с точки зрения поддержки принятия решений. Решения принимаются с опорой на опыт и интуицию руководителей, без моделирования ситуаций и применения методов оптимизации. Все задачи планирования решаются локально, отсутствует комплексный подход к автоматизации перспективного, текущего и оперативного планирования.

2. Критерий эффективности при оперативном планировании работы строительных бригад. К недостаткам большинства существующих методов оперативного управления и планирования относится настройка на фиксированные условия работы строительной организации, применение, как правило, одного критерия оптимальности при том, что для практики оперативного планирования харак-

терно наличие комплекса задач, каждая из которых характеризуется своим критерием оптимальности.

Одним из подходов к решению задач многокритериальной оптимизации является превращение ее в задачу однокритериальной оптимизации путем построения обобщенного критерия оптимальности. Наиболее распространенным обобщенным критерием является взвешенная сумма частных критериев. Принципиальной сложностью построения такого критерия заключается в необходимости соотносить друг с другом отдельные критерии, имеющие часто совершенно разную природу, и, соответственно оценки в разных шкалах. Поэтому при построении интегральной оценки необходимо выполнить соизмерение критериев между собой, а это требует дополнительной оценки относительной важности этих критериев для лица, принимающего решение (ЛПР) [19, с. 73].

Авторами статьи предлагается подход к построению **обобщенного критерия эффективности маршрута движения бригад** (звеньев) по заданиям оперативного плана **в виде взвешенной суммы частных критериев эффективности**.

Частные критерии представляют собой «штрафы» за нарушение установленных **показателей оптимальности маршрута**:

- 1) соблюдение заданных сроков выполнения заданий;
- 2) однородность загрузки каждого рабочего;
- 3) выполнение задания, по возможности, силами одной бригады (звена), т. е. не смешивание работы нескольких однотипных бригад на одном задании;
- 4) выполнения запланированных объемов работ по заданиям полностью;
- 5) соблюдение для каждого из заданий технологических ограничений по количеству задействованных ресурсов (в рассматриваемой постановке задачи – рабочих).

Требования относительно сроков и объемов работ диктуются необходимостью соблюдения условий договоров строительного подряда.

Требования, касающиеся работы бригад и однородности загрузки рабочих, связаны с условиями рациональной организации труда. Частые переходы рабочих с одного объекта на другой неизбежно ведут к росту непроизводительных потерь рабочего времени, снижению производительности труда, качества выполняемых работ, а в ряде случаев – и ответственности исполнителей за результат труда. По данным [20, с. 28, 29] фактические непроизводительные затраты рабочего времени, вызванные перемещением бригад городских общестроительных организаций, составляют 10–22 % годового фонда рабочего времени бригад. Большое количество перебазировок с объекта на объект приводит также к дополнительным затратам времени на перемещение необходимых ресурсов на новый участок работ и к повышенным трудовым затратам в начальный и завершающий период пребывания рабочих на объекте. Это объясняется возможными недостатками в подготовке фронта работ, отсутствием «динамического стереотипа» при работе на новом месте и т. п. [20, с. 29].

Таким образом, однородность загрузки каждого рабочего выражается в минимальном количестве перебазировок с одного объекта на другой в течение рассматриваемого периода, а также в максимальной продолжительности работы на одном объекте между двумя смежными перебазировками.

При отсутствии необходимости форсирования сроков выполнения отдельных заданий, определенных условиями договоров подряда, нерационально совмещать работу нескольких однотипных бригад в пределах общего фронта работ. Это ведет к снижению управляемости, так как каждая бригада имеет сложившиеся распределение обязанностей и навыки коллективного труда, что, в свою очередь, может отрицательно сказаться на производительности и качестве выполнения работ.

Ограничения по количеству назначаемых на задание ресурсов являются технологическими. Минимальное количество рабочих определяется составом звена, необходимого для выполнения рассматриваемой работы в соответствии с рекомендациями сборников норм затрат труда (НЗТ), максимальное – размерами фронта работ.

За нарушение предложенных показателей оптимальности маршрута движения бригад (звеньев) рабочих по объектам в оперативном плановом периоде назначаются соответствующие «штрафы»:

- 1) V_1 – штраф за превышение поздних сроков окончания выполнения заданий, предусмотренных текущим (годовым, квартальным) планом;
- 2) V_2 – штраф за частые смены заданий (неоднородность загрузки рабочих);
- 3) V_3 – штраф за совмещение работы нескольких бригад (звеньев) на одном задании;
- 4) V_4 – штраф за невыполнение объемов работ, предусмотренных текущим планом;
- 5) V_5 – штраф за нарушение технологических ограничений по минимальному количеству рабочих на заданиях (ограничения по максимальному количеству рабочих учитываются при формировании вариантов маршрута).

При решении задачи используется постоянная информация текущего плана, договоров строительного подряда и переменная информация, характеризующая фактическое состояние строящихся объектов и состояние ресурсов в системе к началу оперативного планового периода (месяца):

T – продолжительность оперативного планового периода, дн.;

N – количество работ (заданий) в оперативном плане;

M – общее количество рабочих, чел.;

B – количество бригад (звеньев);

$Q = [q_1, q_2, \dots, q_N]$ – вектор трудоемкостей N работ, предусмотренных в текущем плане на период $[1; T]$, чел.-дн.;

$R^{\min} = [r_1^{\min}, r_2^{\min}, \dots, r_N^{\min}]$ – вектор минимальных количеств ресурсов для N заданий (рабочих в рассматриваемой постановке задачи);

$R^{\max} = [r_1^{\max}, r_2^{\max}, \dots, r_N^{\max}]$ – вектор максимальных количеств ресурсов для N заданий;

$T^{\min} = [t_1^{\min}, t_2^{\min}, \dots, t_N^{\min}]$ – вектор ранних начал N заданий, дн.;

$T^{\max} = [t_1^{\max}, t_2^{\max}, \dots, t_N^{\max}]$ – вектор поздних окончаний N заданий, дн.;

$n^{br} = [n_1^{br}, n_2^{br}, \dots, n_N^{br}]$ – вектор возможных количеств одновременно работающих на одном задании бригад (звеньев) для N заданий (минимальное значение n_i^{br} составляет единицу, максимальное – B);

$P = [p_1, p_2, \dots, p_M]$ – вектор номеров заданий j ($j = \overline{1, N}$), на которых рабочие были задействованы в последний день предыдущего планового периода (если i -й рабочий ($i = \overline{1, M}$) в последний день предшествующего планового периода работал на задании, не входящем в список заданий N для рассматриваемого (нового) планового периода, то $p_i = 0$);

$P^t = [p_1^t, p_2^t, \dots, p_M^t]$ – вектор продолжительностей работы в предыдущем плановом периоде на последнем задании этого периода для M рабочих ($p_i^t = 0$, если $p_i = 0$ ($i = \overline{1, M}$));

$A = [a_1, a_2, \dots, a_M]$ – вектор распределения рабочих по бригадам (если i -й рабочий является членом k -й бригады (звена), то $a_i = k$ ($i = \overline{1, M}$, $k = \overline{1, B}$));

$$P^{pr} = \begin{pmatrix} p_{11}^{pr} & \dots & p_{1j}^{pr} & \dots & p_{1N}^{pr} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{i1}^{pr} & \dots & p_{ij}^{pr} & \dots & p_{iN}^{pr} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{B1}^{pr} & \dots & p_{Bj}^{pr} & \dots & p_{BN}^{pr} \end{pmatrix} \text{ – матрица приоритетов}$$

при закреплении бригад (звеньев) за заданиями, $p_{ij}^{pr} \in [0; 1]$ (если назначение i -й бригады (звена) на j -тое задание невозможно, то $p_{ij}^{pr} = 0$; если назначение i -й бригады (звена) на j -тое задание наиболее предпочтительно, то $p_{ij}^{pr} = 1$ ($i = \overline{1, B}$, $j = \overline{1, N}$));

$$D = \begin{pmatrix} d_{11} & \dots & d_{1j} & \dots & d_{1T} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ d_{i1} & \dots & d_{ij} & \dots & d_{iT} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ d_{M1} & \dots & d_{Mj} & \dots & d_{MT} \end{pmatrix} \text{ – матрица планируемых по-}$$

терь рабочего времени для M рабочих в течение T дней (если планируется невыход i -го рабочего в j -й день на работу (по причине нахождения в отпуске и др.), то $d_{ij} = 1$; если отклонений в использовании рабочего времени i -м рабочим в j -й день не планируется, то $d_{ij} = 0$ ($i = \overline{1, M}$, $j = \overline{1, T}$));

$\Lambda = [\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5]$ – вектор весовых коэффициентов штрафов в целевой функции (порядок определения целевой функции приведен ниже).

Значения N , Q , T^{\min} , T^{\max} представляют собой параметры заданий, включенных в оперативный план на рассматриваемый период T , и определяются до составления маршрута движения бригад (звеньев) по объектам на основе сопоставления данных текущего плана с фактическим состоянием работ на объектах и ресурсами, имеющимися в распоряжении подрядной организации. В результате анализа этой информации и решения задачи стохастического программирования определяется, какая часть заданий текущего плана может войти в оперативный план с учетом обеспеченности всеми необходимыми финансовым и трудовыми ресурсами, материалами, деталями и конструкциями, а также строительными машинами и механизмами. Постановка и способ решения данной задачи стохастического программирования в настоящей статье не рассматриваются и представлены в [21].

Целевая функция V – обобщенный критерий эффективности – строится как взвешенная сумма пяти частных критериев. Поскольку предложенные частные критерии являются «негативными», при решении задачи речь идет о минимизации значения целевой функции:

$$V = \sum_{i=1}^5 \lambda_i v_i \rightarrow \min, \quad (2.1)$$

где λ_i – вес частного критерия v_i ; v_i – значение i -го частного критерия (штрафа).

При построении обобщенного критерия эффективности из возможных способов свертывания частных критериев предпочтение отдано суммированию, поскольку оно позволяет учитывать одновременно достижение спектра частных целей при соблюдении приоритетов этих целей, в которых конкретная подрядная организация заинтересована на данном этапе своего функционирования.

Величины λ_i представляют собой нормированные «приоритеты» штрафов v_i за нарушения соответствующих характеристик оптимальности маршрута и для них должны соблюдаться условия:

$$\sum_{i=1}^5 \lambda_i = 1, \lambda_i \geq 0. \quad (2.2)$$

Чем большей важностью с точки зрения лица, принимающего решения, обладает соблюдение i -той характеристики оптимальности маршрута, тем большее значение должен принимать «приоритет» λ_i . Значения λ_i задаются исходных данных и могут быть предварительно определены с применением экспертных оценок.

Показатели оптимальности маршрута определяются в разных единицах измерения. Поэтому «штрафы» за их несоблюдение приводятся в сопоставимый вид путем нормирования и рассчитываются по общей формуле

$$V_i = \frac{\bar{V}_i}{V_i^{\max}}, \quad (2.3)$$

где \bar{V}_i – среднее значение ненормированного штрафа, соответствующего i -му частному критерию оптимальности, $i = \overline{1, 5}$; V_i^{\max} – максимальное значение ненормированного штрафа, соответствующего i -му частному критерию оптимальности, $i = \overline{1, 5}$.

Ниже приведен порядок расчета значений каждого из штрафов V_i .

Штраф за превышение поздних сроков окончания выполнения заданий, предусмотренных текущих планом

Среднее по всем заданиям, включенным в маршрут, значение штрафа \bar{V}_1 :

$$\bar{V}_1 = \frac{\sum_{k=1}^N V'_{1,k}}{N}, \quad (2.4)$$

где $V'_{1,k}$ – ненормированный штраф за нарушение установленного текущим планом срока позднего окончания выполнения задания $t_k^{\max} \in T^{\max}$ ($k = \overline{1, N}$), определяемый по формуле:

$$V'_{1,k} = q_k - q'_k, \quad (2.5)$$

где q_k – общие трудозатраты на выполнение k -го задания, задаваемые в исходных данных, $q_k \in Q$, чел.-дн.; q'_k – трудозатраты, планируемые к выполнению до наступления срока t_k^{\max} согласно сформированному оперативному плану, чел.-дн., соответствующие продолжительности $t_{1,k}$ на рисунке 1.

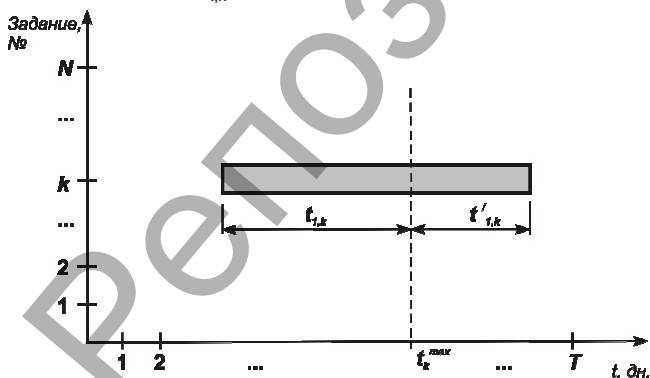


Рисунок 1 - К расчету штрафа V_1

При оценке соблюдения сроков выполнения заданий предлагается отступить от традиционной трактовки и рассматривать не сами по себе временные параметры заданий, а соотношение трудозатрат q'_k , планируемых к выполнению до наступления установленного срока t_k^{\max} , и общих трудозатрат q_k . Такой подход представляется

более объективным, поскольку позволяет учесть весимость объема работ, предусмотренного в оперативном к выполнению позже установленным текущим планом срока, а также масштаб возможного привлечения трудовых ресурсов на ликвидацию отклонения. Например, на двух объектах планируется превысить установленные текущим планом сроки на два дня, при этом на первом объекте работают два человека, а на втором - двадцать. Очевидно, что вторая ситуация как с точки зрения выполнения работ на отдельном объекте, так и с позиций работы подрядной организации в целом является более настораживающей: отклонение в первом случае возможно ликвидировать в оперативном режиме, например, за счет повышения производительности труда, во втором случае это крайне затруднительно. Если рассматривать только временные характеристики работ, то штраф за нарушение сроков должен был бы быть одинаковым. При учете трудозатрат оказывается, что на первом объекте штраф составляет $V'_{1,1} = 4$ чел.-дн., а на втором $V'_{1,2} = 20$ чел.-дн., т. е. штрафы отличаются в пять раз.

Максимальное значение штрафа V_1^{\max} :

$$V_1^{\max} = \max_k \{V'_{1,k}\}, k = \overline{1, N}. \quad (2.6)$$

Штраф за неоднородность загрузки рабочих (частые смены заданий)

Среднее по всем рабочим значение штрафа \bar{V}_2 :

$$\bar{V}_2 = \frac{\sum_{k=1}^M V'_{2,k}}{M}, \quad (2.7)$$

где $V'_{2,k}$ – ненормированный штраф за неоднородность загрузки k -го рабочего ($k = \overline{1, M}$):

$$V'_{2,k} = \sum_{j=1}^{n_k} \frac{1}{t_{kj}}, k = \overline{1, M}, \quad (2.8)$$

где n_k – количество переходов k -го рабочего с одного задания на другое в течение периода $[1; T]$ для рассматриваемого варианта маршрута; t_{kj} – продолжительность работы k -го рабочего на одном задании до j -го перехода в рассматриваемом периоде, дн.

Наибольшее значение $V'_{2,k}$ составляет T и соответствует той ситуации, когда k -й рабочий в течение периода $[1; T]$ ежедневно переходит с объекта на объект.

Максимальное значение штрафа V_2^{\max} :

$$V_2^{\max} = \max_k \{V'_{2,k}\}, k = \overline{1, M}. \quad (2.9)$$

Штраф за совмещение работы нескольких бригад (звеньев) на одном задании

Среднее значение штрафа \bar{V}_3 :

$$\bar{V}_3 = \frac{\sum_{t=1}^T \sum_{n=1}^N (v'_{3,nt} - 1)}{T \times N}, \quad (2.10)$$

где $v'_{3,nt}$ – количество бригад (звеньев), одновременно работающих в t -й день на n -м задании ($t = \overline{1, T}, n = \overline{1, N}$).

Максимальное значение штрафа V_3^{\max} :

$$V_3^{\max} = \max_{n,t} \{v'_{3,nt}\}, t = \overline{1, T}, n = \overline{1, N}. \quad (2.11)$$

Минимальное значение $v'_{3,nt}$ равно единице, и это идеальный случай. Штраф V_3 «начисляется», если на объекте работает более одной бригады. Поэтому в формуле (2.10) под знаком суммы стоит выражение

$(v'_{3,nt} - 1)$. Максимальный штраф выбирается из всех значений $v'_{3,nt}$, что позволяет избежать деления на ноль в формуле (2.11).

Штраф за невыполнение объемов работ, предусмотренных текущим планом

Среднее значение \bar{V}_4 определяется по формуле:

$$\bar{V}_4 = \frac{\sum_{k=1}^N v'_{4,k}}{N}, \quad (2.12)$$

где $v'_{4,k}$ – ненормированный штраф за невыполнение объема работ q_k к окончанию планового периода T :

$$v'_{4,k} = q_k - q'_k, \quad (2.13)$$

где q_k – то же, что и в формуле (2.5); q'_k – трудозатраты, планируемые к выполнению до окончания планового периода T согласно сформированному оперативному плану, чел.-дн., соответствующие продолжительности $t_{4,k}$ на рисунке 2, рассчитываемые исходя из общих трудозатрат при условии постоянной интенсивности выполнения работы.

Максимальное значение штрафа v_4^{\max} :

$$v_4^{\max} = \max_k \{v'_{4,k}\}, \quad k = \overline{1, N}. \quad (2.14)$$

Принцип определения штрафа v_4 во многом аналогичен принципу определения штрафа v_1 , с той разницей, что при расчете значения v_4 ограничением служит окончание планового периода T , а при расчете v_1 – заданный срок окончания выполнения заданий T^{\max} . Штраф $v'_{4,k}$ равен нулю даже в случае нарушения срока позднего окончания работы $t_k^{\max} \in T^{\max}$, если весь предусмотренный текущим планом объем работы q_k будет выполнен в течение планового периода $[1, T]$. Это позволяет включать в маршрут движения бригад не критические работы, при незначительном увеличении продолжительностей которых не изменяются общие сроки строительства объектов.

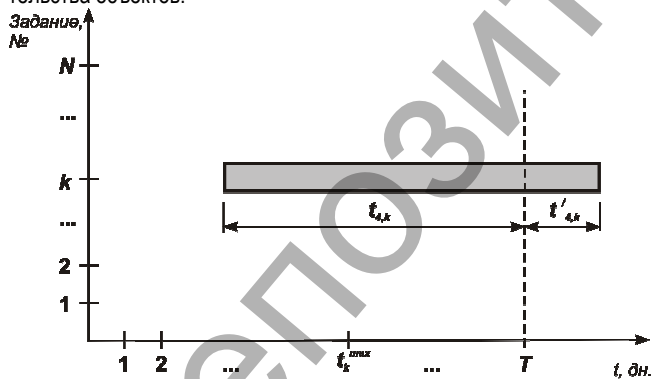


Рисунок 2 - К расчету штрафа V_4

Штраф за нарушение технологических ограничений по минимальному количеству рабочих

Учет ограничений по максимальному количеству рабочих на задании предусмотрен при формировании вариантов маршрута движения бригад.

Учет ограничений по минимальному количеству рабочих осуществляется путем введения штрафа, среднее значение которого \bar{V}_5 определяется из выражения

$$\bar{V}_5 = \frac{\sum_{t=1}^T \sum_{n=1}^N v_{5,nt}}{T}, \quad (2.15)$$

где $v_{5,nt}$ – показатель нарушения ограничения по минимальному количеству рабочих в t -й день на n -м задании:

$$v_{5,nt} = \begin{cases} 1, & \text{если } r_{nt} < r_n^{\min}; \\ 0, & \text{если } r_{nt} \geq r_n^{\min}. \end{cases} \quad r_n^{\min} \in \mathbf{R}^{\min}, \quad (2.16)$$

где r_{nt} – количество рабочих, назначенных в t -й день на n -е задание в рассматриваемом варианте маршрута, чел.

Значение \bar{V}_5 определяется как среднее по всем заданиям за день. Максимальное значение штрафа v_5^{\max} соответствует случаю, когда в некоторый день для всех заданий условие $r_{nt} \geq r_n^{\min}$ нарушается, т. е.

$$v_5^{\max} = N. \quad (2.17)$$

По желанию ЛПП можно исключить один из штрафов путем введения соответствующего весового коэффициента $\lambda_i = 0$.

Маршрут S представляет собой матрицу формата $M \times T$, каждый элемент которой S_{kt} – номер задания для k -го рабочего на t -й день ($k = \overline{1, M}, t = \overline{1, T}$). Задача формирования маршрута решается методом имитационного моделирования в системе MATLAB. Количество прогонов основного цикла задается в исходных данных. Для каждого варианта маршрута **S** вычисляется значение целевой функции $V(\mathbf{S})$. Оптимальный маршрут **S*** соответствует минимуму целевой функции и выводится как в графическом виде, так и в виде текстового файла. Блок-схема основного алгоритма, описание основных шагов его реализации представлены в [22, с. 122-124].

Заключение. В статье представлен обобщенный критерий эффективности при формировании маршрута движения бригад (звеньев) рабочих по объектам в оперативном плановом периоде в виде взвешенной суммы частных критериев – «штрафов» за нарушение установленных показателей оптимальности маршрута. Предложенный критерий позволяет настраивать модель на различные условия практики строительства, варьировать приоритетами локальных целей в зависимости от конкретных условий деятельности подрядной строительной организации и может служить основой для разработки программного обеспечения, позволяющего автоматизировать разработку оперативных планов строительного производства.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Системотехника строительства. Энциклопедический словарь / В.А. Афанасьев [и др.]; под ред. А.А. Гусакова. – Москва : Фонд «Новое тысячелетие», 1999. – 432 с.
2. Михненко, О.В. Менеджмент в строительстве. Стратегический и оперативно-производственный менеджмент строительной организации : учебное пособие / О.В. Михненко, Н.С. Куприянов. – Москва : Книжный мир, 2011. – 464 с.
3. Организация, экономика и управление строительством / Т.Н. Цай [и др.]; под ред. Т.Н. Цая. – Москва : Стройиздат, 1984. – 36 с.
4. Серов, В.М. Организация и управление в строительстве: учеб. пос. для вузов / В.М. Серов, Н.А. Нестерова, А.В. Серов. – Москва : Издательский центр «Академия», 2006. – 432 с.
5. Организация, планирование и управление строительным производством: учеб. для вузов / П.Г. Грабовый [и др.]; под общ. ред. П.Г. Грабового. – Липецк : ООО «Информ», 2006. – 304 с.
6. Организация и планирование строительного производства : учебник / А.К. Шрейбер [и др.]; под ред. А.К. Шрейбера. – Москва : Высшая школа, 1987. – 368 с.

7. Руководство по единой системе подготовки строительного производства / ЦНИИОМТП Госстроя СССР. – Москва : Стройиздат, 1979. – 31 с.
8. Методическое руководство по оперативно-производственному планированию в строительных организациях с применением ЭВМ / ВНИПИ труда в строительстве. – Москва : Стройиздат, 1981. – 183 с.
9. Куликов, Ю.А. Имитационные модели и их применение в управлении строительством / Ю.А. Куликов. – Ленинград : Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1983. – 224 с.
10. Хибухин, В.П. Математические методы планирования и управления строительством / В.П. Хибухин [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ленинград : Стройиздат, Ленингр. отд-е, 1990. – 184 с.
11. Зильберман, М.Б. Автоматизация годового и оперативно-производственного планирования в жилищно-гражданском строительстве / М.Б. Зильберман [и др.]; под общ. ред. М.Б. Зильбермана. – Ленинград : Стройиздат, Ленингр. отд-е, 1982. – 152 с.
12. Автоматизация решения задач подготовки строительного производства и оперативного управления / Под ред. Б.Н. Небритова. – Москва : Стройиздат, 1993. – 416 с.
13. Васильев, В.М. Автоматизация организационно-технологического планирования в строительном производстве / В.М. Васильев, Л.Б. Зеленцов. – Москва : Стройиздат, 1991. – 152 с.
14. Ларсон, Эрик У. Управление проектами : учебник : пер. с англ. 5-го, перераб. изд. / Эрик У Ларсон, Клиффорд Ф. Грей ; [Пер. В.В. Дедюхин]. – Москва : Издательство «Дело и Сервис», 2013. – 784 с.
15. Бурков, В.В. Как управлять проектами: Научно практическое издание / В.В. Бурков, Д.А. Новиков. – Москва : СИНТЕГ-ГЕО, 1997. – 188 с.
16. Колосова, Е.В. Методика освоенного объема в оперативном управлении проектами / Е.В. Колосова, Д.А. Новиков, А.В. Цветков. – Москва : Апостроф, 2000. – 156 с.
17. Коновальчук, Е.В. Модели и методы оперативного управления проектами / Е.В. Коновальчук, Д.А. Новиков. – Москва : ИПУ РАН, 2004. – 63 с.
18. Матвеев, А.А. Модели и методы управления портфелями проектов / А.А. Матвеев, Д.А. Новиков, А.В. Цветков. – Москва : ПМСОФТ, 2005. – 206 с.
19. Розен, В.В. Математические модели принятия решений в экономике : учебное пособие / В.В. Розен. – М. : Книжный дом «Университет», Высшая школа, 2002. – 288 с.
20. Мордвинов, А.М. Некоторые резервы организации труда строительных бригад / А.М. Мордвинов // Экономика строительства. – 2000. - № 9. – С. 27–30.
21. Срывкина, Л.Г. Информационная технология решения задачи оперативного планирования в строительстве / Л.Г. Срывкина // Строительная наука и техника. – 2006. - № 4. - С. 24–29.
22. Срывкина, Л.Г. Автоматизация оперативного планирования работы строительных бригад / Л.Г. Срывкина, Н.Ю. Чумерин // Вестник БГТУ. – 2006. - № 1(37): Строительство и архитектура. – С. 120–124.

Материал поступил в редакцию 15.01.2017

PAVLYUCHUK Yu.N., SRYVKINA L.G. Criteria of efficiency at decision-making during operational management of construction production

In article the generalized criterion of efficiency when forming a route of movement of crews (links) of workers on objects in operational planning period in the form of the weighed amount of private criteria - "penalties" for violation of the set route optimality indices is provided. The offered criterion allows to set up model on different conditions of practice of construction, to vary priorities of the local purposes depending on specific conditions of activities of the contract construction organization and can form a basis for software development, the construction production allowing to automate development of operating plans.

УДК 658.8:69

Кулаков И.А., Кулакова Л.О.

ЛОГИСТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ИЗДЕРЖЕК В СОСТАВЕ ПРОЕКТА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Введение. Строительная отрасль в Республике Беларусь до недавнего времени являлась «локомотивом экономики». В 2011 году доля строительства в ВВП составляла 11%. В 2016 году наблюдается спад до 6.1%. Рентабельность строительно-монтажных работ также падает.

В современных условиях в Республике Беларусь удельный вес логистических затрат в цене на строительную продукцию составляет около 30%. Из них транспортные издержки до 15%. В свою очередь, плановые транспортные затраты, заложенные в контрактной цене на строительство объекта принимаются от 7 до 12% от стоимости строительных материалов в зависимости от удаленности зоны строительства. Такие расчеты производятся в сметной документации. Таким образом, фактические транспортные затраты значительно превышают плановые, что приводит к удорожанию строительства, а значит, снижению рентабельности строительного предприятия.

Логистические издержки (logistical costs) – затраты на выполнение логистических операций; включают в себя издержки обращения и часть издержек строительного производства. Логистические издержки в строительстве представляют собой затраты трудовых, материальных, технических, финансовых и информационных ресурсов, обусловленные выполнением подрядчиками своих функций по обеспечению заказов застройщиков.

Издержки обращения (distribution costs) – выраженные в денежной форме совокупные затраты живого и овеществленного труда в

процессе доведения продукта из сферы материального производства до потребителей. Они включают расходы на оплату труда, на содержание и эксплуатацию зданий и оборудования, транспортировку, хранение и др.

Транспортные издержки (transportation costs) – часть транспортно-заготовительных расходов; затраты на доставку продукции от мест производства до непосредственных потребителей, включая промежуточные звенья цепи поставок, выполняемую как транспортом общего пользования, так и собственным транспортом. Эти издержки складываются из оплаты тарифов транспорта и различных сборов транспортных организаций, затрат на содержание собственного транспорта, стоимости погрузочно-разгрузочных работ, экспедирования грузов и др. Транспортные издержки являются дополнительными издержками, связывающими процесс производства и сферу обращения.

Целью данного исследования является снижение транспортных издержек при освоении объемов строительно-монтажных работ посредством организации работы подвижного состава на основе составления транспортно-комплектного графика. Как показывают результаты апробации данная методика дает возможности снизить транспортные издержки до 70% от плановых (сметных или контрактных).

Транспортно-комплектные карты в состав проекта производства работ разрабатывались до 1990-х годов для «монтажа с колес», затем были незаслуженно забыты. Исследованием данных процессов занимались отечественные учёные: Прикин Б.В., Лысов

Кулаков Игорь Анатольевич, доцент кафедры менеджмента Брестского государственного технического университета.

Кулакова Лейла Омаровна, старший преподаватель кафедры управления, экономики и финансов Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.