

## Инжиниринговое управление материальными ресурсами при реализации строительных проектов

*Л.Б. Зеленцов, Л.Д. Маилян, Д.В. Пирко, М.С. Шогенов*

*Донской государственной технической университет*

**Аннотация:** В статье рассматриваются существующие в нашей стране проблемы, возникающие при управлении материальными ресурсами в процессе возведения зданий и сооружений. Основной проблемой в системе управления материальными ресурсами является то, что из-за их несвоевременной и некомплектной поставки на объекты строительства возникают значительные простои рабочих и строительных машин и механизмов. В Донском государственном техническом университете (ДГТУ) ведется разработка интеллектуальной системы управления строительством в составе которой реализована методика планирования и учета движения материальными ресурсами, обеспечивающая синхронизацию процессов производства строительного-монтажных работ и их комплектной поставки. Использование данной методики позволяет оптимизировать сроки и объемы поставок материальных ресурсов в соответствии с заданной технологией производства работ и одновременным контролем их запасов на приобъектных складах

**Ключевые слова:** материальные ресурсы, логистическая система, планирование, жизненный цикл материальных ресурсов, интеллектуальная система

Необходимость совершенствования системы управления материальными ресурсами (МР) обусловлена тем, что основная масса задержек при строительстве объектов связана с запаздыванием или некомплектным поступлением отдельных материалов и конструкций, в результате чего, как правило, параллельно с уменьшением эффективности производства, на приобъектных складах возникает избыток материалов, поступивших раньше планируемых сроков.

В настоящее время в системе управления МР используются технологии сложившиеся еще в СССР, которые не соответствуют рыночным отношениям и ориентированы в основном на бумажный документооборот. Проведенный сотрудниками АСА ДГТУ аудит систем управления ряда строительных организаций выявил общие проблемы:

1) Отсутствие синхронизированной с производственными процессами системы документооборота: накладные на материалы,

поступающие на объект, обычно передаются прорабом в бухгалтерию по реестру не чаще одного раза в неделю, а при большой удаленности объекта от офиса строительной организации могут передаваться и один раз в конце месяца;

2) Не во всех строительных организациях ведутся отдельно по каждому объекту приобъектные склады, обыкновенно МР находятся на подотчете материально ответственного лица, которым является чаще всего прораб, ведущий строительство одновременной нескольких объектов;

3) Отсутствие в РФ единого классификатора МР приводит к тому, что строительные организации в процессе управления вынуждены использовать несколько систем классификации и кодирования МР:

- сметный классификатор на основании которого осуществляется разработка смет на основании территориальных или федеральных расценок;
- классификаторы проектировщиков на основе которых осуществляется выпуск спецификаций к рабочим чертежам, и формируются заявки на поставку МР и который используется для списания МР;
- классификаторы поставщиков МР, на основе которых оформляются накладные и ведутся бухгалтерские расчеты с подрядчиками.

В результате один и тот же материал может быть описан по-разному в базах данных различных структурных подразделений строительной организации, что не позволяет отследить движение МР на различных стадиях управления инвестиционно-строительным проектом (ИСП).

4) Использование сложившуюся еще в СССР систему учета выполненных объемов работ и списания материальных ресурсов.

Акты на списание материалов (форма М–29) обычно подготавливаются в конце месяца одновременно с актами на выполненные работы (форма КС–2). Основным смыслом в разработке акта по М–29 состоит в

---

возможности сравнения потребности в материальных ресурсах, рассчитанных на выполненный объем работ по проекту с фактическим их расходом. При этом фактический расход материалов не привязывается к накладным, а прораб сам определяет, какие материалы и в каком объеме списать, что оперативно не отражается в складской картотеке и только при окончании строительства объекта по данным бухгалтерского учета выявляются все несоответствия в использовании материальных ресурсов. В этом случае только от добросовестности прораба зависит, на какой объект (при одновременном управлении несколькими объектами) он будет списывать те или иные материалы, а проверить правильность его действий путем проведения сплошной инвентаризации остатков материальных ресурсов на приобъектных складах, что сделать весьма сложно и трудоемко [1].

Все перечисленные проблемы приводят к запаздыванию с оформлением прихода МР и неточностью их списания (по форме М-29), что не позволяет управленческому персоналу видеть остатки материальных ресурсов в режиме близком к реальному, отслеживать их движение по объектам строительства и оперативно принимать корректирующие управленческие решения.

С целью повышения эффективности управления ИСП в том числе и в сфере логистики и предотвращения проблем приведенных выше в ДГТУ ведется разработка интеллектуальной системы управления строительством (ИСУ «Строительство») в составе которой реализована методика планирования и учета движения МР обеспечивающая синхронизацию процессов производства строительного-монтажных работ и комплектной поставки МР. Использование данной методики позволяет оптимизировать сроки и объемы поставок МР в соответствии с заданной технологией

---

производства работ с одновременным контролем их запасов на приобъектных складах.

Основная цель системы формировать, контролировать и при необходимости изменять моменты заказов таким образом, чтобы все материалы, требуемые для производства конструктивных элементов (КЭ), поступали на строительную площадку в соответствии с календарным планом. При моделировании системы управления МР в ИСУ «Строительство» помимо центрального склада и приобъектных складов (один объект -один склад) предусмотрен вариант возможного наличия в организационной структуре строительной организации собственного участка производственно-технологической комплектации, цеха по производству железобетонных и(или) металлоконструкций, базы механизации по обслуживанию собственной и арендованной техники [2-4].

Схема информационных потоков, отражающая движение МР разработана применительно к строительной организации в организационной структуре которой присутствует участок производственно-технологической комплектации включающий цех по производству металлических, деревянных (элементы деревянной опалубки), железобетонных конструкций и изделий (Рис 1).

В ИСУ «Строительство» отслеживается полный жизненный цикл движения МР.

1. Возникновение информации о потребности в МР на стадии проектирования с отражением ее в спецификациях к рабочим чертежам.
  2. Расчет потребности в МР на конструктивный элемент (КЭ) или технологический комплекс работ с созданием базы данных объемов работ и МР.
  3. Календаризация - привязка поставок МР к срокам производства работ при разработке комплекточной ведомости.
-

4. Формирование заявок на поставку МР.
5. Разработка заказов на изготовление нетиповых изделий.
6. Формирование сводных заявок на поставку МР с привязкой к поставщикам.
7. Отгрузка МР на объект от поставщика.
8. Закрытие заявки (полное или частичное) при поступлении МР на объект от поставщиков.
9. Движение МР при производстве полуфабрикатов (бетонов, растворов), изделий и деталей на собственной производственной базе (цехе, заводе).
10. Оприходование поступивших МР на приобъектный склад.
11. Внутреннее перемещение МР между объектами строительства.
12. Списание МР на выполненные объемы работ (форма М30).  
Отличие формы (М30) от существующей (М29) состоит в том, что к списываемым МР сразу осуществляется привязка накладных по которым они были получены от поставщиков с одновременным отражением этого процесса в складской картотеке.
13. Архивация первичных документов: заявок, заказов, накладных с группировкой их по конструктивным элементам.

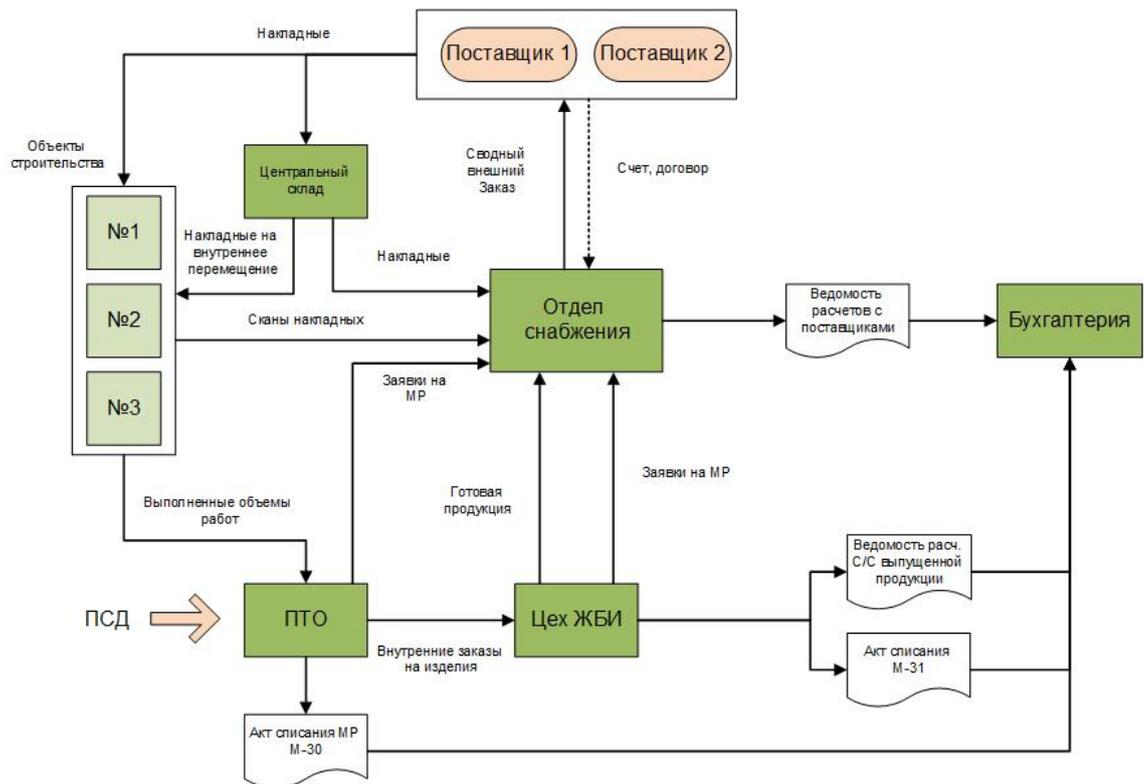


Рис. 1. – Схема информационных потоков движения МР в ИСУ  
 «Строительство»

В качестве критерия оптимальности эффективности управления движением МР в строительной организации может служить совокупный уровень потерь времени (целосменных и внутрисменных простоев) возникший за определенный период времени на  $z$  объекте строительства по причине отсутствия или некомплектной поставки МР.

Целевая функция минимизирует сумму простоев (расчет по формуле 1):

$$U_z^H = \sum_{i=1}^{T^H} \sum_{l=1}^L u_{t/l}^H, \quad z \in Z, \quad (1)$$

где  $t$  – рабочий день;  $T^p$  - период планирования;  $u_{tlz}^p$  - соответственно простои рабочих и строительных машин (потери невозобновляемых ресурсов) из-за  $l$  причины (отсутствия или некомплектности МР) в  $t$  день по  $z$  объекту.

Движение МР в ИСУ «Строительство» можно представить в виде логистической цепи, состоящей из отдельных звеньев.

1. Поставка МР от внешних поставщиков:

- отгрузка МР у поставщика – оформление накладной: один экземпляр, которой в электронном виде отправляется в отдел снабжения в строительную организацию инженеру по снабжению;

- оформление прорабом приема МР на объекте строительства с занесением накладной в реестр и отправкой скана накладной в отдел снабжения строительной организации;

- оприходование сотрудником отдела снабжения МР на приобъектный склад по скану накладной полученной с объекта строительства.

Время, между отгрузкой (оформлением накладной) МР у поставщика и занесением работником снабжения строительной организации в складскую картотеку данных о поступивших материалах на объект, является показателем продолжительности нахождения материалов в пути (МР в пути).

«МР в пути» является одним из показателей эффективности транспортной системы, который можно сравнить с данными приборов GPS установленных на транспортных средствах и заданным нормативным временем доставки грузов. Показатель «МР в пути» характеризует уровень исполнительской дисциплины не только поставщика, но и прораба и сотрудника отдела снабжения строительной организации и может использоваться при расчете их KPI.

Показатель «МР в пути» влияет на оперативность принятия решений руководством строительной организации по организации перераспределения МР между объектами строительства и тем самым способствовать снижению простоев из-за их отсутствия.

2. Поставка МР на объект строительства от собственного производителя (УПТК, цеха, завода):

- отгрузка МР со склада готовой продукции цеха (завода) сотрудником отдела снабжения строительной организации с оформлением накладной и путевого листа;

- прием прорабом МР на объекте строительства с фиксацией даты и времени занесения накладной в реестр и отправки скана накладной в отдел снабжения строительной организации.

- подтверждение сотрудником отдела снабжения поступления МР на приобъектный склад по скану накладной поступившей с объекта строительства.

До тех пор, пока прораб не подтвердит прием изделий и конструкций на приобъектный склад они числятся, как не отгруженные со склада готовой продукции цеха (участка) и находятся на виртуальном складе «Материалы в пути».

Так же, как и при работе с внешними поставщиками. осуществляется расчет показателя «МР в пути» [5].

Локальными критериями, характеризующими состояние логистики в строительной организации, могут служить:

- время нахождения МР в «пути»;
- запасы МР на приобъектных складах;
- объем потерь при транспортировке и складировании МР [6].

ИСУ «Строительство» позволяет рассчитывать, накапливать данные и анализировать показатель «МР в пути» в автоматизированном режиме.

---

Основными преимуществами использования подобной системы управления МР в строительстве являются:

Гарантия наличия на объекте строительства требуемых МР и уменьшение временных задержек при их поставке, и как следствие снижение потерь времени бригад рабочих и строительных машин при производстве работ;

Уменьшение производственного брака в процессе производства работ, возникающего из-за использования МР не соответствующим заданным технологиям;

Упорядочивание производства ввиду контроля статуса МР, позволяющего однозначно отслеживать весь путь, начиная от создания заказа (заявки) на данный материал до его использования при производстве конструктивного элемента здания в соответствии с рабочими чертежами. Тем самым достигается полная достоверность и эффективность управленческого учета.

### Литература

1. Манжилевская С.Е., Шилов А.В., Чубарова К.В. Организационный инжиниринг // Инженерный вестник Дона, 2015, №3. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3155](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3155).

2. Петренко Л.К., Карандина Е.В., Манжилевская С.Е. Методы формирования программы технико-экономического обоснования реконструкции объектов// Инженерный вестник Дона, 2013, №3. URL: [ivdon.ru/uploads/article/pdf/R\\_23\\_Petrenko.pdf\\_1961.pdf](http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/R_23_Petrenko.pdf_1961.pdf).

3. Беркетов Г.А., Цуркин А.П., Головкин Д.В. Прогнозирование остаточного ресурса технических систем с помощью параметрических моделей изменения надежности. Экономика, Статистика и Информатика, №1, 2013г. С.137-140

4. Грибов В.Н., Кафанов Ю.И., Стрельников В.П. Оценивание и прогнозирование надежности бортового аэрокосмического оборудования. Под ред. НИУ ВШЭ Ю.И. Кофанова – М. 2013 С.65-66.

5. Зотов А.И., Гриценко В.В., Модель выбора решения о продолжении функционирования технического объекта в условиях частичного отказа по критерию экономической целесообразности. // Инженерный вестник Дона, 2019, №1. URL: [ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD\\_144\\_Zotov\\_N.pdf\\_5ce4a02e25.pdf](http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_144_Zotov_N.pdf_5ce4a02e25.pdf).

6. Ворончихин, С.Г., Помыткин В.А., Земцов М.А., Флакман А.Л. Моделирование процесса теплопроводности в системе охлаждения микрочипов на тепловых трубах // Научное обозрение: Москва: Издательский дом "Наука образования". - 2014. - №11/1. - С. 76-83.

7. Azarov V. N., Barikaeva N. S. and Solovyeva T. V. 2016 Monitoring of fine particulate air pollution as a factor in urban planning decisions Procedia Engineering (Amsterdam: Elsevier) 150 pp. 2001-7.

8. Crandell, C. 1991. Individual differences in speech recognition ability: Implications for hearing aid selection. Ear Hear Suppl, 12(6), PP.100 - 107.

9. Kraisman J. Management of the corporation: actual problems of modernity Washington, DC. 2002. - 560 p.

10. Shirina E., Gaybarian O. Effective management of Construction Company in terms of linguistic communication. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 19. Сер. "Energy Management of Municipal Transportation Facilities and Transport, EMMFT 2017" 2017. doi: 012077.

### References

1. Manzhilevskaya S.E., Shilov A.V., Chubarova K.V. Inženernyj vestnik Dona (Rus). 2015, №3 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3155](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3155)

---



2. Petrenko L.K., Karandina E.V., Manzhilevskaya S.E. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2013, №3. URL: [ivdon.ru/uploads/article/pdf/R\\_23\\_Petrenko.pdf\\_1961.pdf](http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/R_23_Petrenko.pdf_1961.pdf).
3. Berketov G.A., Curkin A.P., Golovko D.V. Ekonomika, Statistika i Informatika, №1, 2013. pp. 137-140.
4. Gribov V.N., Kafanov Yu.I., Strelnikov V.P. Ocenivanie i prognozirovaniye nadezhnosti bortovogo aerokosmicheskogo oborudovaniya [Evaluation and prediction of the reliability of onboard aerospace equipment]. 2013. pp.65-66.
5. Zotov A.I., Gricenko V.V. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2019, №1. URL: [ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD\\_144\\_Zotov\\_N.pdf\\_5ce4a02e25.pdf](http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_144_Zotov_N.pdf_5ce4a02e25.pdf)
6. Voronchikhin, S.G., Pomytkin V.A., Zemtsov M.A., Flaksman A.L. Nauchnoe obozrenie: Moskva: Izdatel'skiy dom "Nauka obrazovaniya". 2014. №11,1. pp. 76-83.
7. Azarov V. N., Barikaeva N. S. and Solovyeva T. V. 2016 Monitoring of fine particulate air pollution as a factor in urban planning decisions Procedia Engineering (Amsterdam: Elsevier) 150, pp. 2001-7.
8. Crandell, C. 1991. Individual differences in speech recognition ability: Implications for hearing aid selection. Ear Hear Suppl, 12(6), pp.100 - 107.
9. Kraisman J. Management of the corporation: actual problems of modernity Washington, DC. 2002. 560 p.
10. Shirina E., Gaybarian O. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 19. Ser. "Energy Management of Municipal Transportation Facilities and Transport, EMMFT 2017" 2017. doi: 012077.