****

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ**

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**(ДГТУ)**

Кафедра «Организация строительства»

**Методические указания по дисциплине «Логистические модели управления материально-техническим обеспечением объектов строительства» для** **магистров направления подготовки 08.04.01 «Строительство», профиля подготовки «Управление инвестиционно-строительной деятельностью»**

Ростов-на-Дону

ДГТУ

2022

УДК 69.08

Составитель: проф. д.т.н. Зеленцов Л.Б., ст.препод. Кравченко А.И., Свитенко Д.В.

Методические указания по дисциплине «Логистические модели управления материально-техническим обеспечением объектов строительства» для магистров направления подготовки 08.04.01 «Строительство», профиля подготовки «Управление инвестиционно-строительной деятельностью». – Ростов-на-Дону: Донской гос. техн. ун-т, 2022. – 44 с.

Изложены теоретические и практические аспекты и рекомендации по проведению занятий.

Приведенные материалы дают возможности обучающимся приобрести самостоятельные практические навыки по работе логистических систем.

Предназначены для магистров направления подготовки 08.04.01 «Строительство», профиля подготовки «Управление инвестиционно-строительной деятельностью».

УДК 69.08

Печатается по решению редакционно-издательского совета Донского

государственного технического университета

Научный редактор д-р техн. наук, профессор В.В. Костюченко

Ответственный за выпуск зав. кафедрой «Организация строительства»

д-р техн. наук, профессор Л.Б. Зеленцов

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

В печать

Формат 60×84/16. Объем 2,3 усл. п. л.

Тираж экз. Заказ №

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Издательский центр ДГТУ

Адрес университета и полиграфического предприятия:

344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1

© Донской государственный

технический университет, 2022

**Логистика строительства: современное понимание и тенденции**

**1 Понятие логистики.**

В последние 25-30 лет в системах материально-технического обеспечения производства, в том числе строительного, все чаще используются принципы ***логистики.***

Исторически термин «логистика» пришел в управленческий обиход из военного дела, где в переводе с английского он означает организацию тыла, снабжение.

Имеются разные толкования понятия логистики в современном менеджменте, смысл которых в конечном итоге сводится к следующему; *логистика -* это направление хозяйственной деятельности, которое состоит в управлении материальными потоками в сферах производства и сбыта с целью повышении эффективности этих потоков.

На первом этапе логистики произошло объединение в единый процесс складских и транспортных операции. Способы складирования, тару, погрузочно-разгрузочную технику, количество получаемых и отправляемых грузов стали тесно увязывать с транспортными средствами. Склады и транспорт, ранее разрозненные, стали теперь работать в едином режиме по единым графикам, обеспечивая четкое движение материальных потоков. Это не могло не отразиться и на самом производстве, поэтому на следующем этапе при планировании производства уже стали учитывать организацию грузовых потоков в качестве одного из важнейших факторов. Другими словами, производство, склады и транспорт стали рассматриваться как единое целое.

Но производство нуждается в исходном сырье и материалах, которые также должны доставляться транспортными средствами и проходить через склады сырья. Поэтому на следующем этапе, продолжающемся и в настоящее время, материальный поток стали рассматривать как единую цепь, состоящую из ряда последовательных звеньев, начиная исходным сырьем и завершая получением готовой продукции потребителем.

Материальный поток организуется и приводится в движение в результате взаимодействия различных предприятий и организаций: производственных, транспортных, торгово-посреднических, складских. В их деятельности появляются новые функции, называемые ***логистическими функциями,*** основными из которых являются:

- формирование хозяйственных связей;

- определение объемов и направлений материальных потоков;

- установление структуры материальных потоков и последовательности продвижения продукции через отдельные звенья;

- организация складского хозяйства и складских операций;

- управление запасами;

- организация перевозок.

Из перечня функций логистики видно, что они тесно переплетаются со стратегическим и текущим производственным планированием, маркетингом, финансовой и торгово-сбытовой деятельностью организации.

В настоящее время в общей логистической системе выделяют в качестве ее отдельных самостоятельных компонентов или подсистем производственную, транспортную и информационную логистику, а также распределение, склады и сервис в логистике.

***Производственная логистика.***

Основными задачами производственной логистики являются:

- согласование действий снабженческих, производственных и сбытовых служб внутри предприятия;

- определение оптимальных запасов материалов как на складах, так и на рабочих местах и устранение их избытков;

- регулирование этих запасов;

- повышение гибкости технологических линий в зависимости от колебаний спроса;

- оптимизация внутризаводских перевозок и их маршрутов.

***Транспортная логистика.*** Выбор транспортных средств, в наибольшей степени подходящих для конкретной производственной системы, а также организация рационального транспортного движения являются предметом ***транспортной логистики.*** Особенностью логистического подхода при этом является то, что все транспортные вопросы решаются во взаимной увязке с производственной программой, планом маркетинга, календарными, оперативными и другими планами предприятия.

***Информационная логистика.*** Целью информационной логистики является информационное обеспечение решения логистических задач. При этом различают три класса решаемых задач: плановые, диспозитивные и оперативные. Для решения задач каждого класса создается локальная информационная подсистема.

***Плановая информационная подсистема*** призвана решать стратегические задачи логистики, к которым можно отнести:

- создание общей структуры логистической цепи;

- оптимизация отдельных звеньев цепи;

- планирование и управление запасами;

- выбор видов транспорта;

- определение оптимальных транспортных маршрутов;

- увязка движения материальных потоков с производственными, финансовыми и другими планами предприятия.

***Диспозитивная информационная подсистема*** (от лат. ***dispositio*** - расположение) решает, где, когда и в каком виде должны располагаться и перемещаться материальные ресурсы. Здесь, в частности, решаются следующие вопросы:

- оптимальное размещение складских помещений;

- организация внутризаводского и внугрискладского транспорта;

- определение рациональных форм комплектации грузов;

- рациональное размещение исходных материалов и готовой продукции на рабочих местах;

- оптимизация внутризаводских, внутрицеховых и внутри-складских маршрутов движения материальных потоков.

***Оперативная информационная подсистема*** предназначена для контроля движения материальных потоков и принятия оперативных воздействий для устранения возникающих отклонений. Результатом функционирования оперативной подсистемы является обеспечение своевременной доставки нужной продукции в необходимом количестве в нужное место.

***Распределение в логистике.*** Произведенную продукцию необходимо ***распределить между потребителями*** и отправить каждому из них по соответствующим логистическим каналам. ***Логистический канал*** состоит из ряда посредников, которые доводят материальный поток от производителя до конкретного потребителя. Канал может быть и без посредников, связывая напрямую производителя с потребителем (такой канал возможен для мелкого производителя, а также между источниками сырья и предприятием). Посредники на логистическом канале образуют ***распределительный центр,*** состоящий из оптовых баз, перевозчиков и экспедиторов. При этом важно найти такое территориальное расположение распределительного центра, при котором расстояния от него до потребителей были бы в среднем минимальными.

***Склады в логистике.*** Задачей логистики является не полное устранение складов, а ***определение оптимального их количества и размеров,*** а также совершенствование деятельности в целом складского хозяйства.

Таким образом, логистика - наука об управлении материальными и связанными с ними информационными, финансовыми, сервисными и другими потоками с целью оптимизации функционирования хозяйственных систем на основе эффективного использования всех видов ресурсов. Принципы и методы логистики применимы во всех сферах производственной и коммерческой деятельности, т.к. носят универсальный характер. Опираясь на практическую деятельность, логистика по мере своего развития углублялась в различных направлениях, формируя, таким образом, предметные или отраслевые виды. К одному из таких отраслевых видов относится и логистика строительства.

**2 Логистика строительства**

Логистика строительства - это наука и практический инструментарий, направленные на материально-техническое обеспечение строительного производства путем управления материальными, информационными и финансовыми потоками с целью возведения объекта с оптимальными затратами ресурсов и реализации его на рынке недвижимости.

Логистика строительства обладает рядом особенностей. Прежде всего, отраслевые особенности строительства обусловлены его результатом: готовой строительной продукцией, объектами недвижимости. Каждый объект недвижимости уникален, соответственно и организация процесса строительства, а значит и инструментарий логистики в рамках каждого инвестиционно-строительного проекта будет уникальным, индивидуальным. Главная особенность логистики строительства обусловлена локализованным характером процесса производства и готовой строительной продукцией: строительная продукция неподвижна и в законченном виде потребляется в месте производства. В связи с этим возникает необходимость перемещения средств производства и рабочей силы в течение всего периода реализации строительного проекта, что связано с дополнительными затратами на транспортировку и установку необходимого оборудования и техники, обустройством рабочих мест и т.д. Отсюда следует императив строительной логистики: неподвижность продуктов труда требует мобильности средств труда.

С целью снижения затрат при организации строительного производства часто используются готовые конструкции, изготовленные на стационарных производственных предприятиях (домостроительные комбинаты, заводы металлических конструкций, железобетонных изделий, оконных систем, дверей, натяжных потолков и т.д.). Возведение зданий и сооружений из готовых элементов обеспечивает высокий уровень механизации и автоматизации строительных процессов.

Современное строительное производство - это не только возводимые объекты на строительных площадках, но и предприятия строительного комплекса.

Концепции и методы логистики и основанный на этом логистический менеджмент обеспечивают рациональное использование всех видов ресурсов, в том числе и в строительном производстве. Однако уровень использования логистики в строительстве остается достаточно низким - отсюда вытекает необходимость ускорения темпов ее внедрения в управление производственно-коммерческой деятельностью строительства как важнейшей отрасли экономики. Данное обстоятельство предопределяет актуальность исследований, направленных на логистизацию строительного производства.

Деятельность субъектов строительного комплекса является производственно-коммерческой, а поэтому складывается из двух направлений - производственного и коммерческого. Коммерческая деятельность в строительстве - это, прежде всего, закупки необходимых материальных ресурсов для нужд строительного производства. Другой составляющей коммерческой деятельности является реализация, т.е. продажа готовой строительной продукции на рынке недвижимости.

Рассматриваемые два направления в логистике строительства определяют соответственно «вход» и «выход» строительного производства как логистической системы.

Поэтому в рамках логистики строительства следует применять следующие основные логистические концепции:

- SCM - «Управление цепями поставок»;

- MRP - «Система планирования ресурсов»;

- ERP - «Интегрированное планирование ресурсов»;

- JIT - Система поставок «точно в срок»;

Ключевое положение в строительстве занимает концепция Supply Chain Management (SCM) - управление цепями поставок. Цепь поставок - это три и более экономических единицы (юридических или физических лиц), напрямую участвующих во внешних и внутренних потоках продукции, услуг, финансов и информации от источника до потребителя. Управление цепями поставок - интегрирование ключевых процессов, начинающихся от конечного пользователя и охватывающих всех поставщиков товаров, услуг и информации, добавляющих ценность для потребителей и других заинтересованных лиц при возведении объектов и реализации готовой недвижимости. Предприятия строительного комплекса часто функционируют разрозненно, независимо друг от друга. Но для того, чтобы они стали цепью поставок, т.е. системой, необходимо их объединить с помощью системообразующего инструмента, а именно SCM.

Инструментом управления материальными ресурсами в строительстве является концепция Materials resource planning (MRP) - «Система планирования потребностей производства в ресурсах». Система MRP состоит из ряда процедур, правил и требований, синхронизированных во времени и запланированных покрытий этих требований для каждой единицы потребляемых материальных ресурсов, необходимых для графика производства.

В строительстве цели концепция MRP состоят в следующем:

- удовлетворение потребности в материальных ресурсах при планировании строительного производства;

- сохранение минимального уровня производственных запасов, в том числе на строительной площадке;

- планирование строительных операций;

- планирование закупочных операций и расписания доставки материальных ресурсов на строительную площадку при минимальных расходах.

Из этого перечня следует, что рассматриваемая концепция есть не что иное, как инструмент материально-технического снабжения строительного производства. Программные модули системы MRP в строительстве позволяют регламентировать и контролировать сроки и качество возведения объектов.

Система ERP предоставляет возможность эффективно планировать коммерческую деятельность строительного предприятия, с том числе финансовые затраты на обновление оборудования и инвестиции в осуществление строительных проектов. Система ERP в строительстве позволяет:

- усилить финансовый контроль путем обобщения всей финансовой деятельности;

- улучшить оборот денежных потоков путем управления кредитами и счетами дебиторов;

- оптимизировать управление денежными средствами путем автоматизации расчетов с поставщиками;

- максимизировать отдачу от капитальных вложений путем эффективного управления основными средствами, в том числе незавершенным капитальным строительством.

Кроме того, в систему ERP входит управление человеческими ресурсами. Таким образом, ERP предусматривает управление всеми ресурсами предприятия, в то время как MRP - только материальными.

Важнейшим фактором рационального использования материальных ресурсов, снижения затрат и сокращение сроков строительства является концепция Just-in-time (JIT) - «Точно в срок». Данная концепция предусматривает доставку необходимых материальных ресурсов в необходимое время в нужное место, т.е. непосредственно на строительную площадку, согласно графику строительно-монтажных работ. «Точно в срок» - это синхронизация процесса поставок материальных ресурсов и календарного графика строительного производства.

Логистическая концепция «точно в срок» характеризуется:

- минимальными, а в некоторых случаях нулевыми, запасами материальных ресурсов, незавершенного производства, прежде всего на строительной площадке;

- сокращением производственных (логистических) циклов;

- взаимоотношениями по закупкам материальных ресурсов с небольшим числом надежных поставщиков и перевозчиков;

- эффективной информационной поддержкой;

- высоким качеством возводимых объектов и логистического обслуживания.

Такая система поставок позволяет работать без производственных запасов на строительной площадке и тем самым, повышается культура строительного производства. Организация поставок по системе «точно в срок» требует адекватной трансформации всей концепции управления цепями поставок в строительном производстве.

Однако, совершенствование процесса строительства в условиях реальной экономики сталкивается с рядом трудностей, что объясняется в первую очередь недостаточной квалификацией персонала строительной сферы. Одним из основных факторов, требующих полного применения приемов логистики строительством, является уникальность каждого возводимого объекта недвижимости. Любой объект недвижимости единственный в своем роде, то есть имеет свое уникальное месторасположение, различные внешние условия, влияющие на концепцию будущего проекта, цель его возведения или реконструкции. В процессе участвуют различные контрагенты, с которыми строительная компания заключает договора, что усложняет построение постоянной схемы взаимодействия логистических агентов и, как следствие, применение логистики в строительстве. Длительность возведения или реконструкции объекта также влияет на применение логистических приемов в данной области. Строительство является капиталоемким долгосрочным инвестированием и сильно зависит от экономического положения в стране. Таким образом, один из основных приемов логистики - планирование, осложняется фактором времени. Большая часть проблем в строительной деятельности связана с тем, что строительные организации акцентируют свое внимание на материальном потоке, забывая при этом о сопутствующих с ним информационном и финансовом потоках, которые вместе образуют интегрированный логистический поток.

Строительство является одним из наиболее трудоемких и капиталоемких из существующих видов производств, в инвестиционно-строительном проекте принимают участие десятки, а при строительстве крупных сооружений, и сотни предприятий и организаций, чей капитал, так или иначе, участвует в строительстве. Несмотря на то, что конечная цель всех участников инвестиционного процесса одна - получение максимально возможной прибыли, в процессе строительства каждый из участников имеет свои цели и задачи. В связи с этим возникает необходимость создания таких экономических критериев, которые бы объединяли всех участников инвестиционного процесса в деле достижения единой цели - завершения строительства в заданные сроки с минимальными затратами, а не соблюдение только собственных интересов. Таким образом, можно сказать, что строительство отличается многообразием производственных связей, а строительная отрасль имеет сложную структуру, которая обусловлена ее межотраслевым характером.

Контроль всех процессов, протекающих во множестве предприятий участвующих в строительном проекте, является сложной, а в некоторых случаях и вовсе трудно выполнимой задачей. Эту проблему многие компании решают с помощью создания логистической системы, охватывающей движение всех видов потоков между участниками строительного производства. Логистическая система - это сложная, организационно структурированная экономическая система, которая состоит из элементов, взаимосвязанных в едином процессе управления материальными и сопряженными с ними потоками в соответствии с целями логистики. Основная задача, стоящая перед строительными компаниями - это построение оптимальной логистической системы, включающей в себя как управляющую, так и управляемую подсистемы. С точки зрения логистики, каждый субъект строительного производства одновременно является источником и приемником строительных потоков - инвестиционных, финансовых, материальных, энергетических, информационных. Следовательно, каждое предприятие есть определенный пункт в системе строительных потоков, а поэтому возникает необходимость в оценке рациональности траекторий указанных потоков с последующей их оптимизацией.

Внедрение в строительное производство инструментария логистического менеджмента в форме логистической системы управления способствует принятию оптимальных управленческих решений на всех стадиях строительного производства. Вырабатываемые управляющие воздействия позволяют снизить затраты, время и средства всех участников строительного процесса, прежде всего, за счет координации и установления четких связей между контрагентами, что приводит к максимальной ориентации всей производственно-коммерческой деятельности на достижение общей цели - возведение данного объекта недвижимости согласно разработанному и утвержденному инвестиционно-строительному проекту.

**3 Система материально-технического обеспечения строительного производства**

Существуют три основных модели МТО объектов строительства:

- локальная система МТО строительной организации;

- система комплексного снабжения строительных объектов;

- управление производственно-технологической комплектации (УПТК).

**Локальная** система МТО строительной организации предполагает, что все основные логистические функции она берет на себя. Такая модель возможна при наличии опытного персонала и при наличии отработанной системы работы с проверенными поставщиками.

**Система комплексного** снабжения строительных объектов материальными ресурсами. Перед любой крупной строительной компании всегда стоит проблема, как свести к минимуму потери времени и минимизировать финансовые ресурсы на  обеспечение строящегося объекта всеми необходимыми материалами. Это довольно сложная задача и для её выполнения необходимы знания в области строительства, наличие проверенных поставщиков, умение быстро принимать решения и, кроме этого, нужно иметь хорошую репутацию. Менеджеров по снабжению, имеющих такие профессиональные навыки, единицы и пользуются они весьма большим спросом.

Лучшим решением в этом случае является **аутсорсинг снабжения**, с помощью которого все обязанности отделов снабжения и логистики выполнят наёмные специалисты. Аутсорсинг – это процесс передачи компанией определённых видов или функций производственной предпринимательской деятельности другой компании, являющейся экспертом в данной области.

Заказ качественных строительных материалов для всех этапов строительства в одной компании позволяет существенно сэкономить время и бюджет стройки, кроме этого, снижает возможность поставки бракованных материалов и исключает простои, связанные с недопоставкой.

Сегодня **комплексное снабжение** является оптимальным вариантом для приобретения и поставки стройматериалов оно включает в себя следующие операции:

**Выбор необходимых материалов**

Логистическая компания, которая берет на себя функции комплексного снабжения, основываясь на ПСД, составляет перечень строительных материалов для планируемого объекта. Этим могут заниматься только профессионалы, имеющие опыт в подобной работе и специальные знания о предстоящем строительстве, потому что неправильно подобранные материалы, в дальнейшем приведут к нежелательному увеличению расходов. Список материалов составляется поэтапно, в строгом соответствии с календарным планом и бюджетом стройки. Первоначально определяется перечень и необходимые характеристики материалов, после чего происходит выбор марок и производителей. Подбор материалов для строительно-монтажных работ и внутренних отделочных работ должен осуществляться раздельно. Для качественного выполнения данного этапа работ участие заказчика является необходимым условием.

**Расчеты потребности в материалах**

При работе с поставщиками, особенно зарубежными, обязательно нужно произвести правильный расчет потребности в материалах, необходимых при строительстве. Количество рассчитывается исходя из норм расхода материала в соответствии с технологическими картами, которые будут использоваться при возведении объекта. Это не менее важный вопрос, чем сам выбор материалов. Поскольку допущенная на этом этапе ошибка может привести к недопоставке материала и, как следствие, простою, либо, наоборот, к приобретению материалов в больших, чем требуется объемах, что влечёт за собой дополнительные расходы на их доставку и складирование. В итоге, проведенные расчёты сверяют с бюджетом проекта и согласовывают с заказчиком.

**Заказ и покупка материалов**

Довольно часто у логистической компании есть свои оптовые склады со стройматериалами, на которых можно приобрести товар по лучшим ценам из предлагаемых на рынке. Отсутствующие товары логистическая компания заказывает у проверенных поставщиков. Заказ и приобретение осуществляется только после предварительного согласования с заказчиком.

**Доставка материалов**

Доставку материалов на объект, включая их погрузку и разгрузку, можно отнести к одному из главных преимуществ комплексного снабжения. Транспортные расходы и время, затрачиваемое на поставку при комплексном снабжении, значительно уменьшаются.

В тоже время существуют **смешанные** системы материального снабжения в строительстве, когда ряд перечисленных логистических операций строительные организации оставляют за собой, а именно: расчет потребности и планирование во времени объемов поставки материальных ресурсов.

**Преимущества системы комплексного материального снабжения**

Репутация строительной компании зависит от многих факторов, основные из которых – выполнение работы в срок и соблюдение бюджета.

Выбор системы комплексного снабжения решает следующие задачи:

* Централизованный контроль материалов на качество и соответствие ГОСТам;
* Всю логистическую цепочку снабжения осуществляет логистическая компания;
* В любой момент времени может быть предоставлен полный отчет о закупках, сметы и результаты анализа рынка стройматериалов;
* Логистическая компания гарантирует выбор оптимальных цен на материалы:
* Заказчик получает упрощенный документооборот, так как количество поставщиков материалов будет максимально снижено:
* Вся ответственность за своевременную и качественную поставку товара лежит на логистической компании, прописана в договоре и обеспечивается им;
* За счет аутсорсинга снабжения высвобождаются ресурсы кадров строительной организации;
* Исполнитель берет на себя всю логистическую цепочку – от планирования до поставки, тем самым обеспечивая своевременное снабжение строительного производства;
* Передавая снабжение аутсорсингу, заказчик получает возможность строительства более сложных объектов.
* В зависимости от выбора логистической компании-снабженца заказчик получает экономию своих расходов до 20%. Еще одним плюсом является упрощение процесса участия компании в государственных тендерах и конкурсах. Стоимость реализации проекта сможет быть конкурентоспособной без потери качества услуг.

**4 Управление производственно-технологической комплектацией.**

Прогрессивные формы технологии и организации строительного производства (поточно-скоростные, блочные, совмещение монтажа строительных конструкций и технологического оборудования; монтаж «с колес» и др.) требуют строгого выполнения условий обеспечения СМР материально-техническими ресурсами по комплектности, синхронности и своевременности поставок. С целью обеспечения этих условий практикуют технологическую комплектацию на объект в виде комплекта сборных конструкций, деталей, полуфабрикатов и материалов в строгой последовательности и увязке с темпами СМР.

**Производственно-технологическая комплектация *-*** это процесс комплектного обеспечения строящихся объектов сборными конструкциями, деталями, полуфабрикатами и материалами в строгой увязке с темпом и технологической последовательностью работ.

Система производственно-технологической комплектации является оптимальной формой организации кооперированных производственно-хозяйственных связей, обеспечивающей единство и синхронность комплексного изготовления сборных конструкций и изделий, материалов, их поставки на строительные площадки применительно к установленному графику работ при наиболее рациональном производственном потреблении материальных ресурсов, с наименьшими потерями и минимальными издержками.

Принципиальное отличие органов комплектации от действующих в большинстве строительных организаций органов снабжения состоит в том, что УПТК является комбинированным органом, в деятельности которого сочетаются три основные функции материального обеспечения: снабжение; переработка; комплектация.

**Снабженческая деятельность** состоит в получении всех материальных ресурсов независимо от источников поступления.

**Промышленная деятельность** заключается в переработке материалов и изделий для подготовки к непосредственному использованию на строительных работах и изготовлению нетиповых и несерийных конструкций, деталей и полуфабрикатов.

**Комплектация материалов и изделий** состоит в централизованной доставке их на строительство в соответствии с утвержденными графиками производства работ как завершающей стадии материального обеспечения строительства.

Для выполнения этих задач УПТК должно формироваться на основе концентрации всех функций материально-технического обеспечения и комплектации с ликвидацией в строительных управлениях всех снабженческих подразделений. Ранее эта работа была рассредоточена между отдельными подразделениями, отделами, службами треста и строительных управлений.

В состав УПТК обычно включаются производственно-комплектовочная база, объединяющая в своей деятельности функции получения и хранения материалов, доработки (или переработки) и, наконец, комплектной поставки на объекты.

Опыт передовых строительных организаций показывает, что наибольший экономический эффект комплектации достигается в том случае, если при организации производственно-комплектовочных баз выполняются следующие основные условия:

1) поступление, переработка, комплектование, поставка всех материальных ресурсов осуществляется в одном структурном подразделении;

2) операции по перегрузке материалов и изделий сведены к минимуму, и поставка выполняется по схеме цех (участок комплектации) - строительный объект;

3) производственные процессы по повышению строительной готовности материалов, работа по комплектации, а также погрузочно-разгрузочные и складские работы обеспечены средствами комплексной механизации.

**В состав производственно-комплектовочной базы входят:**

- производственные цеха (участки), изготовляющие нетиповые и несерийные конструкции, изделия, повышающие заводскую готовность материалов;

- цеха комплектации;

- централизованное складское хозяйство, обеспечивающее приемку, хранение и отпуск материальных ресурсов в количествах, необходимых для выполнения производственной программы строительной организации;

- механизмы для погрузочно-разгрузочных работ и парк контейнеров;

- технологический транспорт.

Комплектация предъявляет особые требования к способу доставки, которые могут быть сформулированы как **принцип бес перегрузочной доставки материала в зону рабочего места.** Этому принципу в наилучшей мере отвечают пакетирование и контейнеризация.

Для значительного сокращения транспортных расходов целесообразно расширять контейнерные и пакетные перевозки и внедрять большегрузные контейнеры.

**Пакет *-*** это укрупненный груз («грузовое место»), сформированный из определенного количества мелких элементов и скрепленный таким образом, чтобы обеспечить неизменность его формы.

**Контейнер *-*** это инвентарная тара в виде объемной пространственной конструкции, предназначенной для перевозки, перегрузки и хранения грузов.

**Виды контейнеров.**По назначению различают контейнеры универсальные и специальные, магазины и фургоны.

**Универсальные контейнеры** представляют собой съемный крытый кузов подвижного состава. В отличие от него, **специальный контейнер** предназначен для одного или нескольких однородных по свойствам грузов. Большинство контейнеров, применяемых в строительстве, являются специальными, так как предназначены для определенного вида материала.

Производственно-технологическая комплектация подлежит проектированию.

Унифицированная нормативно-технологическая документация по комплектации (УНТДК) объектов строительства **в составе ППР - это комплекс документов, являющихся проектом технологической комплектации объекта.** УНТДК разрабатывают в период подготовки строительства на весь объект в целом или на объем работ планируемого года. Учет решений, принятых в ППР, обеспечивает синхронизацию процесса комплектации с графиком производства работ. Привязку типовой УНТДК к местным условиям или разработку на индивидуальный объект выполняют в отделах подготовки производства работ строительной организации, или по ее заказу это делает специализированная фирма по технологическому проектированию строительства.

УНТДК выступает единой нормативной базой планирования:

- материально-технического снабжения;

- изготовления продукции и повышения строительной готовности изделий в промышленных подразделениях строительной организации;

- организации процесса комплектации, включая централизованную доставку ресурсов в рабочую зону.

**Исходными данными** для разработки системы УНТДК служат:

- проектная документация; основные решения ППР, касающиеся последовательности и технологии выполнения работ, а также технологические карты;

- действующие нормативы расхода материальных ресурсов;

- сведения о поставщиках, средствах транспорта и парке контейнеров.

**Принципы формирования технологических комплектов.**Разработка УНТД связана с формированием технологических, поставочных, монтажных и рейсовых комплектов.

**Монтажный комплект**- это часть технологического комплекта, состоящая из сборных строительных конструкций, изделий и сопутствующих деталей, необходимых для сборки монтажного узла здания (сооружения).

**Рейсовый комплект *-*** это часть поставочного монтажного комплекта материально-технических ресурсов, доставляемая на одном транспортном средстве. Совокупность рейсовых комплектов образует **поставочный комплект*,*** а сумма последних составляет **технологический комплект*.***

В основе образования технологических комплектов лежит принцип конструктивности и технологичности.

**Принцип конструктивности** означает, что технологический комплект должен формироваться таким образом, чтобы составляющая его совокупность конструкций, изделий, полуфабрикатов и материалов была необходимой и достаточной для обеспечения пространственной устойчивости части здания или сооружения. Данное условие определяет минимально необходимую величину технологического комплекта.

В состав технологического комплекта обычно входят материальные ресурсы различных номенклатурных групп.

**Номенклатурной группой** материальных ресурсов называют группу из одного или нескольких наименований материалов, изделий, полуфабрикатов или конструкций, в рамках которой объединены их разные виды, различаемые по классам, маркам, типоразмерам. В связи с этим из них выделяют основную группу - **основной ресурс*,*** преобладающий для данного вида работ, по которому определяют все параметры технологического комплекта.

При формировании технологических комплектов в их состав включают, кроме основного ресурса, индекс которого записывается первым, дополнительные группы необходимых материальных ресурсов с указанием соответствующих индексов.

Состав УНТДК по комплектации включает следующие документы:

1) карточка реквизитов объекта;

2) схемы образования технологических комплектов;

3) комплектовочно-технологические карты;

4) сводная комплектовочно-технологическая карта;

5) таблица стоимости технологических комплектов;

6) типовой график комплектации объекта по поставщикам;

7) транспортно-комплектовочный график;

8) расчет потребности стали и бетона;

9) технологические карты повышения строительной готовности изделий и материалов.

**Управление производственно-технологической комплектацией**

Выполнение задачи производственно-технологической комплектации возлагается на УНТК и осуществляется им как юридическим лицом. Это организационное звено как система выполняет три основные функции: **материально-техническое снабжение, переработку полуфабрикатов, материалов и комплектное обеспечение строительных процессов комплектами изделии и конструкций.** Снабженческие функции сводятся к получению, хранению материальных ресурсов для строительных объектов независимо от источников поступления; промышленная деятельность заключается в переработке материалов и изделий для подготовки их к непосредственному использованию на строительных работах и изготовлению нетиповых и несерийных конструкций, деталей и полуфабрикатов; комплектация материалов и изделий состоит из централизованной доставки их на строительство в соответствии с согласованными графиками производства работ как завершающей стадии материального обеспечения строительства.

Структура УПТК состоит из органов управления, производственно-комплектовочной базы, участков комплектации и участка диспетчеризации. В составе аппарата управления комплектации, как правило, предусматривают звено управления, планово-экономический отдел, отдел комплектации, отдел реализации материальных фондов, оперативно-производственный отдел по комплектации и диспетчеризации. В состав производственно-комплектовочных баз входят производственные цеха и участки комплектации.

**Производственно-комплектовочная база осуществляет всю производственную деятельность УПТК.**

**Технологические комплекты (ТК) *-*** набор конструкции, материалов, необходимых для строительства объекта, здания, сооружения или выполнения этапа работ. Технологический комплект состоит из строительных конструкций, изделий, материалов и полуфабрикатов, поставляемых с одного или нескольких заводов. Совокупность этих ресурсов обеспечивает выполнение определённого технологического процесса и получение заданного объема работы или строительного объекта в целом.

**Поставочный комплект** - это часть технологического комплекта материально-технических ресурсов, поставляемых на объект с одного завода-изготовителя или другого поставщика в соответствии с технологией и сроками выполнения работ по графику.

Финансовые расчеты между управлением производственно-технологической комплектации и строительными организациями осуществляются следующим образом.

УПТК являются юридическими лицами, они имеют основные фонды и оборотные средства, и финансовые расчеты за выполненную работу осуществляют на основе договорных цен. Основой определения договорных цен являются планово-расчетные цены на технологические, поставочные, монтажные и рейсовые комплекты, которые согласовываются со строительными и промышленными предприятиями. Расчеты УПТК со строительными организациями могут производиться в виде авансирования, выставления аккредитивов, кредитования, а также по факту поставки комплекта материалов и изделий на строительную площадку.

**Учет и контроль расхода строительных материалов**

**Приемка материальных ресурсов *-*** одна из важнейших операций снабжения строительства - предусматривает тщательную проверку количества, комплектности и качества поступающей продукции, а также оформление ее соответствующей учетной документацией в установленном порядке.

Соответствие всех материалов изделий, конструкций и оборудования требованиям ГОСТ, технических условий (ТУ) и проектной документации является обязательным для обеспечения качества строительной продукции, долговечности зданий и сооружений.

Приемка строительных материалов, изделий, конструкций, оборудования должна осуществляться в соответствии с положением о поставках продукции производственно-технического назначения, а также утвержденной инструкцией о порядке приемки продукции производственно-технического назначения по количеству и инструкцией о порядке приемки продукции производственно-технического назначения по качеству. Оформляют приемку актом установленной формы. В случаях несоответствия прибывших грузов (по количеству или качеству) данным сопроводительной документации поставщиков или транспортных организаций составляют соответствующие приемные акты установленной формы (с точным указанием причин отбраковки) для предъявления претензии поставщику или транспортной организации.

Для того чтобы иметь достоверную информацию о наличии тех или иных ресурсов, необходимо своевременно оформлять и передавать в бухгалтерию строительной организации документы первичного учета - приходные и расходные ордера, накладные, счета-фактуры и т.п. За использованием материальных и энергетических ресурсов установлено систематическое наблюдение путем представления вышестоящим органам по подчиненности статистических отчетов об их расходовании.

Отпуск материалов для производства СМР должен производиться согласно лимитной системе, в основе которой лежит предварительный обсчет по проектной документации и утвержденным нормативам расхода количества материалов, необходимого для строительства объекта. Эти данные работники производственно-технического отдела строительного управления заносят в **лимитную комплектовочную ведомость*,*** которая является единым первичным учетным документом, регламентирующим отпуск материалов с начала до конца строительства данного объекта. Отпуск материалов сверх установленного лимита допускается только с разрешения главного инженера строительного управления. Получение такого разрешения связано с проверкой причин завышения лимита и, в необходимых случаях, затребованием объяснения с лиц, допустивших необоснованный перерасход материала.

Начальник строительного участка (производитель работ) обязан в конце месяца представить в строительную организацию отчет (форма М-29) о расходе основных материалов в сопоставлении с выполненными объемами работ.

**5 Информационное обеспечение логистических процессов в строительстве**

Применение логистики на сегодняшний день актуально, так как львиная доля потерь рабочего времени на строительной площадке связана с простоями из-за несвоевременной или некомплектной поставки материалов, конструкций и оборудования.

Проблемы в сфере логистики в строительстве в основном связаны с неудачным выбором поставщиков материальных ресурсов нарушающих согласованный график поставки или не обеспечивших их комплектную поставку.

Одной из особенностей строительных проектов, как отмечалось выше, является участие большого числа различных организаций и прежде всего поставщиков материальных ресурсов (МР) – строительных материалов, конструкций, труб, оборудования и т.п. Поэтому вовлеченность в проработку проекта на прединвестиционной и проектной стадиях специалистов различных организаций потенциальных участников позволяет минимизировать риски из-за возможной несогласованности их действий и повысить эффективность его реализации. В тоже время высокая степень неопределенности по количеству и характеристикам МР, необходимых для реализации проекта заставляет руководителей проекта достигать предварительных соглашений с поставщиками МР уже на стадиях инвестиционного планирования и проектирования.

В этом случае можно говорить о применимости концепции цепи поставок в строительстве, которая подразумевает выстраивание долгосрочных доверительных отношений, совместное планирование и контроль процессов снабжения.

Таким образом, исходя, из особенностей логистического обеспечения объектов строительства необходимо его осуществлять на всех этапах управления инвестиционно-строительного проекта (ИСП):

1. На этапе раннего планирования при разработке проектной документации (стадия П и ПОС);

2. На этапе текущего планирования в процессе разработки рабочей документации (стадия Р и ППР) – составление среднесрочных планов снабжения;

3. На этапе оперативного управления - составление детальных краткосрочных планов снабжения.

Задачи логистики в строительстве на этапе раннего планирования сводятся к следующему:

* Использование баз данных объемов работ и ресурсов по ранее построенным объектам-аналогам для прогноза потребности в МР и других видах ресурсов;
* Разработка планов поставок МР по укрупненной номенклатуре с использованием календарных планов (КП) разработанных на стадии ПОС;
* Отбор поставщиков, предлагающих лучшие условия по цене и качеству;
* Подписание долгосрочных контрактов.

2. Задачи логистики на стадии текущего планирования и в процессе разработки ППР:

* Определение потребности в МР по конструктивным элементам здания на основании объемов работ и спецификаций к рабочим чертежам;
* Разработка КП, в котором каждой работе соответствует один или несколько однородных конструктивных элементов;
* Формирование лимитной комплектовочной ведомости МР на основе КП и БД-объемов работ и ресурсов;
* План поставок материальных ресурсов на весь срок реализации проекта - согласовывается с каждым поставщиком МР;
* Заключение текущих контрактов с поставщиками МР и строительных машин и механизмов.

3. Задачи логистики на стадии оперативного управления строительством объекта:

* Разработка на основании комплектовочной ведомости месячного с разбивкой по неделям плана поставки МР;
* Согласование месячного плана поставки МР с поставщиками;
* Формирование заявок на поставку МР в соответствии с недельно-суточными планами производства работ;
* Обеспечение мониторинга выполнения заявок на поставку МР;
* Обеспечение мониторинга выполнения заявок на поставку строительных машин и механизмов на объект.

Использование плана ресурсного обеспечения объекта строительства, разработанного на ранних стадиях проекта, не может быть абсолютно точным и требует внесения в него необходимых корректив в процессе мониторинга состояния хода строительства.

В рамках логистики строительства ключевое положение занимает концепция Supply Chain Management (SCM) - управление цепями поставок. В строительстве цепь поставок - это три и более экономических единицы (юридических или физических лиц), напрямую участвующих во внешних и внутренних потоках поставок строительных материалов, конструкций и различного вида оборудования, необходимых для возведения объекта недвижимости, продукции, услуг, финансов и информации от источника до потребителя.

В настоящее время в материально-техническом снабжении объектов строительства используются в основном два варианта аутсорсинга:

- при первом варианте большую часть логистических функций осуществляется самой строительной организацией, а по ряду позиций поставки, например, санитарно-технического оборудования привлекаются специализированные логистические операторы;

- второй вариант предусматривает все поставки осуществлять через логистическую фирму, которая организует закупку материалов, взаимодействует с поставщиками и обеспечивает их комплектную доставку на объекты строительства в соответствии с планом-графиком.

При всем разнообразии концепций, методов и моделей решений не существует универсальных рецептов, которые позволили бы оптимизировать затраты в любой цепи поставок. Каждая цепь поставок имеет особенности, с учетом которых и следует выбирать наиболее подходящие методы и модели принятия решений.

Прогрессивные формы технологии и организации строительного производства требуют строгого выполнения условий обеспечения строительно-монтажных работ материально-техническими ресурсами по комплектности и своевременности поставок.   Одной из прогрессивных форм материально-технического обеспечения в строительстве следует считать систему управления производственно-технологической комплектации (УПТК), которые используются в крупных строительных компаниях реализующих сложные инфраструктурные проекты или осуществляющих массовую застройку территорий жилыми зданиями и объектами социально-культурного назначения. В этом случае УПТК можно рассматривать в качестве логистического провайдера.

Эффективность логистической системы в строительстве во многом зависит от точности расчетов объемов работ и потребности в материальных ресурсах и в настоящее время это являются узким местом в логистике. Использование BIM моделирования позволяет получать при должной настройке системы абсолютно точные данные об объёмах работ по конструктивным элементам и любым другим требуемым агрегатам, например, по этажам здания, что упрощает процесс формирование заявок на поставку материальных ресурсов и повышает их точность.

Одной из наиболее сложных сфер в плане материально-технического обеспечения в строительстве является сфера производства специальных видов работ: внутренних и внешних сантехнических, электромонтажных и др.

Поэтому в качестве методического примера нами рассматривается логистическая система комплектации оборудованием и материалами внутренних инженерных систем при возведении жилого многоэтажного дома. Предлагаемая логистическая модель ориентирована на оптимизацию процессов движения материальных потоков с целью сокращения среднего цикла доставки и обеспечением поставки в соответствии с календарным планом производства работ.

В процессе организации логистики поставок МР сначала в условиях COVID-19, а теперь в условиях западных санкций необходимо учитывать долю импортных материалов и оборудования, предусмотренных проектной документации, что значительно усложняет работу логистов и приводит к росту неопределенности в определении плановых сроков поставок комплектующих изделий.

Для стабилизации поставок МР на объекты, строительные организации стали шире использоваться материалы и комплектующие российских заводов, применяющих новые конкурентоспособные технологии, но в полной мере это проблему не решает. Поэтому многие строительные фирмы сейчас работают над созданием логистических систем позволяющих повысить их надежность с точки зрения соблюдения сроков и комплектности поставок МР.

Это возможно сделать путем улучшения организации работы за счет четкого распределения функций между инженерным составом предприятия подрядчика и применения современных информационных технологий.

В специализированных монтажных санитарно-технических организациях используется следующая схема работы ИТР в процессе комплектации объекта материалами и оборудованием (рисунок 1).

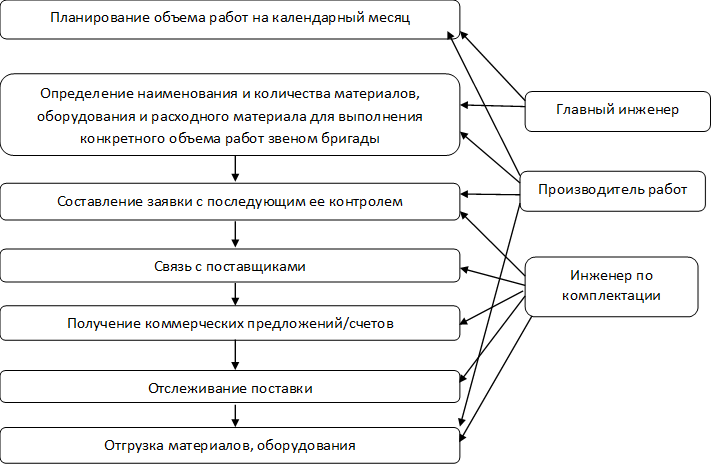
****

Рисунок 1. Распределение функций между ИТР в процессе комплектации объекта материалами и оборудованием

В качестве исходной информации в логистической модели используется информация о планируемых объемах работ на календарный месяц, которые необходимы для определения последовательности формирования заявок на поставку материалов и оборудования точно в срок. Инженер по комплектации при взаимодействии с поставщиком определяет сроки поставки на объект необходимых материалов и оборудования. Исходя из сложившейся практики, организация подрядчик по устройству внутренних инженерных систем особое внимание уделяет предварительной закупке оборудования.

На основании полученной информации в соответствии с коммерческим предложением, инженер по комплектации МР принимает решение о сроках закупки оборудования, креплений и расходных материалов с целью их доставки до начала монтажных работ в соответствии с календарным графиком производства работ.

При заблаговременном анализе логистического процесса может быть выявлена проблема относительно сроков поставки тех или иных материалов или оборудования, которые были запроектированы на объекте строительства.

В настоящее время в процессе комплектации МР объектов строительные организации апробируют локальные информационные технологии на основе использования Гугл таблиц.

Такой технологией являются шаблоны управления строительными работами в таблицах **excel**. Среди них можно выделить:

1. Накладная типа "Время и материалы". Возможность использовать такие накладные позволяет подрядчикам и субподрядчикам быстро выполнять экстренную работу, при этом отслеживая и выставляя требования к оплате на основе затраченных материалов и времени. Это является узконаправленным решением, которое невозможно применить ко всему процессу комплектации МР.
2. Шаблон «Комплектация материалами». Данный шаблон позволяет составлять список вместе со сроками закупки. Из недостатков данной технологии можно отметить отсутствие в электронном виде справочника МР. вследствие чего инженер по комплектации МР затрачивает много времени на составление и ввода подобного списка.

Эти программы применяются для организации совместной работы с базами данных ИТР и позволяют видеть заинтересованным лицам процесс комплектования объекта материалами и оборудованием и при необходимости своевременно вносить соответствующие изменения. Для работы с Гугл таблицами требуется только наличие web и никакого дополнительного оборудования, кроме смартфона или планшета. Это позволяет контролировать процессы комплектования и поставки МР непосредственно на строительной площадке (рисунок 2).

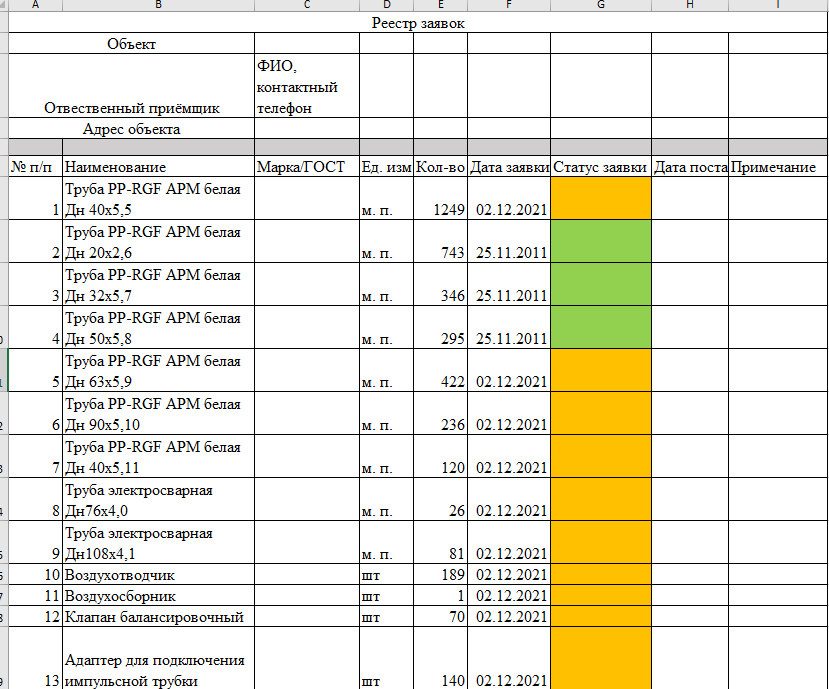


Рисунок 2. Скан Гугл таблицы «Формирование и контроль заявок МР»

На рисунке 2 различным цветом выделяется статус заявки: зеленым – выполнена, желтым – находится в работе, красным – возникновение проблемы; серым – заявка отменена.

**6 Интеллектуальная система управления строительством**

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 часто используются технологии сложившееся еще в СССР, которые не соответствуют рыночным отношениям и ориентированы в основном на бумажный документооборот. Проведенный сотрудниками ДГТУ аудит систем управления ряда строительных организаций выявил общие проблемы в этой сфере:

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.

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). Основной смысл 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.

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.

Интегрированный подход к решению вопросов логистики в строительстве возможен за счет использования современных цифровых технологий класса ERP. К таким технологиям относится и интеллектуальная система управления строительством (ИСУ «Строительство») разработка, которой ведется в Донском государственном техническом университете. В подсистеме материально- технического обеспечения (МТС) ИСУ «Строительство» реализуется методика планирования и учета МР, которая позволяет оптимизировать объемы и сроки поставок материалов и конструкций, необходимых для производства строительно-монтажных работ, контролируя при этом запасы на складе и саму технологию строительного производства. Методика управления ресурсным обеспечением объектов строительства на основе логистической системы заложенная в ИСУ «Строительство» позволяет обеспечить максимальную синхронизацию производственных и ресурсных потоков.

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 строительно-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.

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 (Рисунок 3).

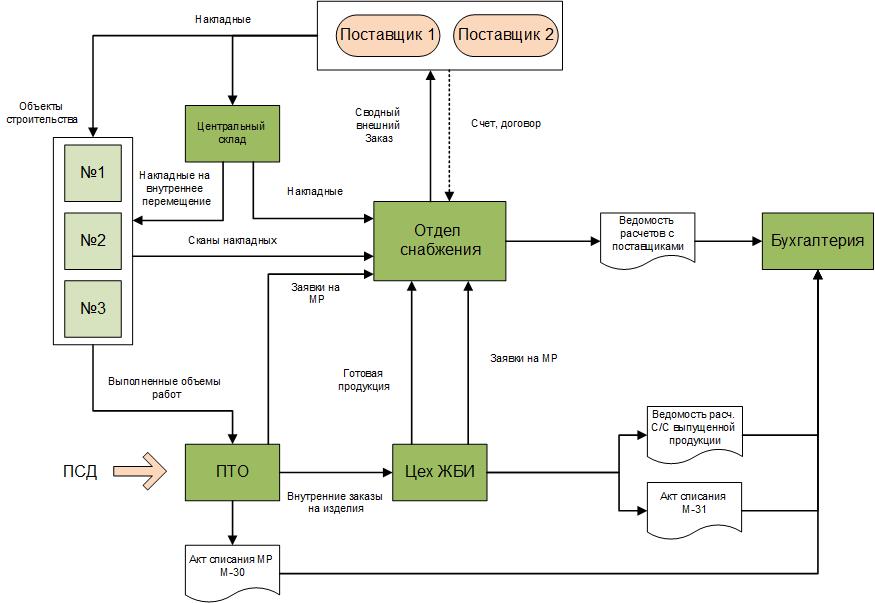
****

Рисунок 3 – Схема информационных потоков движения МР в ИСУ «Строительство»

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 прихода 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 прорабов и сотрудников 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».

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.

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

В качестве локального критерия оптимальности подсистемы МТС в ИСУ «Строительство» принят уровень потерь в общем балансе рабочего времени в использовании трудовых ресурсов, строительных машин и механизмов связанный с внутрисменными простоями из-за отсутствия или некомплектной поставки МР.

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:

, (1)

где t – рабочий день; - период планирования; - соответственно простои рабочих и строительных машин (потери не возобновляемых ресурсов) из-за l причины (отсутствия или некомплектности МР) в t день по объекту.

При принятии управленческих решений следует руководствоваться коэффициентом, характеризующим уровень потерь рабочего времени из-за отсутствия или некомплектной поставки МР.

, где (2)

- общий баланс рабочего времени на заданном интервале планирования,

При этом запасы МР на строительной площадке не должны превышать величину «страхового» запаса .

(3)

Страховой запас определяет тот минимальный объем МР, который необходим для выполнения работ без внутрисменных простоев ресурсов типа мощность и характеризует надежность используемой логистической модели.

В идеале , что возможно, например, при монтаже железобетонных или металлических конструкций «с колес». В этом случае целевую функцию можно представить следующим образом:

, (4)

Алгоритм управления потоком МР можно представить в виде блок-схемы (рисунок 4).

Основными преимуществами использования подобной системы в производстве являются:

1. Гарантия наличия требуемых МР и уменьшение временных задержек при их поставке, и как следствие снижение потерь времени бригад рабочих и строительных машин при производстве работ;
2. Уменьшение производственного брака в процессе производства работ, возникающего из-за использования несоответствующих технологиям МР;
3. Упорядочивание производства ввиду контроля статуса материалов, позволяющего однозначно отслеживать весь путь, начиная от создания заказа на данный материал до его положения в уже произведенном конструктивном элементе здания. Тем самым достигается полная достоверность и эффективность управленческого учета.

Основная цель системыформировать, контролировать, а при необходимости изменять моменты заказов таким образом, чтобы все материалы, требуемые для производства конструктивных элементов, поступали синхронно с производственным процессом**.**

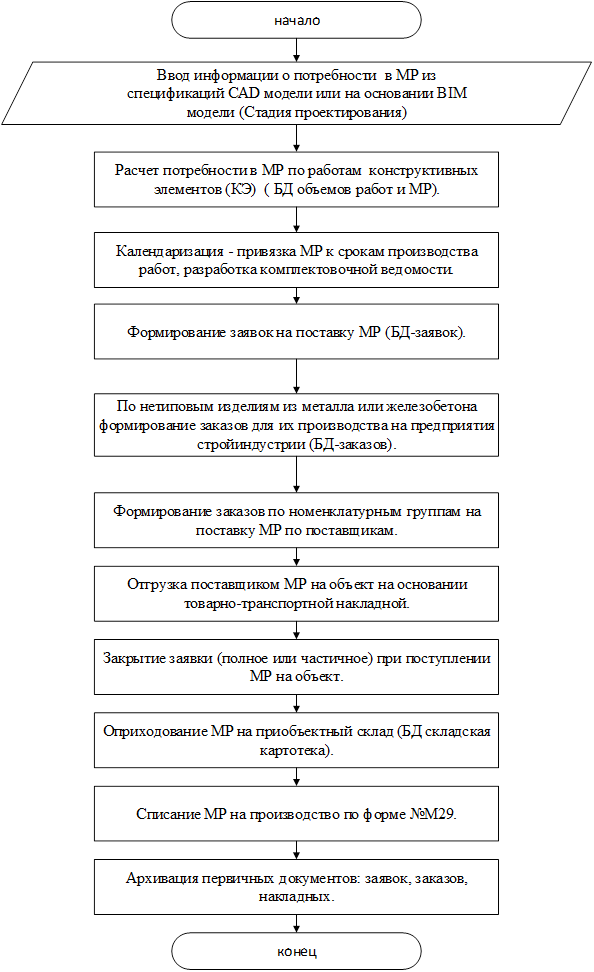
****

Рисунок 4. Блок-схема алгоритма управления потоком МР

**Список литературы:**

1. Зеленцов, Л.Б. Моделирование организационно-технологических процессов в строительстве с использованием современных цифровых технологий / Л.Б. Зеленцов, Л.Д. Маилян, Н.Г. Акопян, М.С. Шогенов // Строительное производство. – 2020. - № 1. – С. 41-44.
2. Интеллектуальные системы управления в строительстве Монография Авторы: Л.Б. Зеленцов, Л.Д. Маилян М.С,. ШогеновИ.Г., Трипута //ДГТУ.- 2017 г.
3. Остроух А.В. Интеллектуальные системы: монография / А.В. Остроух. –Красноярск: Научно-инновационный центр, 2020 – 316 с.
4. Elkaseer, M. Salama, H. Ali, S. Scholz, Approaches to a practical implementation of industry 4.0, (ACHI) The Eleventh International Conference on Advances in Computer Human Interactions, Rome, Italy, (2018) pp.141-146.
5. Othman, Y.Y. Al-Ashmori, Y. Rahmawati, Y.H.M. Amran, M.A.M. Al-Bared The level of Building Information Modelling (BIM) Implementation in Malaysia Ain Shams Eng J, 12 (1) (2021), pp. 455-463
6. Интеграция смет и BIM-проектов / Л. Б. Зеленцов, Я. А. Кокарева, Н. Г. Акопян, Д. В. Пирко // Строительное производство. – 2020. – № 2. – С. 29-34. – DOI 10.54950/26585340\_2020\_2\_29.
7. Зеленцов, Л. Б. Прогнозирование временных и стоимостных параметров при управлении инвестиционно-строительными проектами / Л. Б. Зеленцов, М. С. Шогенов, Д. В. Пирко // Строительное производство. – 2020. – № 3. – С. 41-45. – DOI 10.54950/26585340\_2020\_3\_41.
8. F. Amin, F. H. Abanda, Building Information Modelling Plan of Work for Managing Construction Projects in Egypt. Journal of Construction in Developing Countries 24(2) (2019) 23–61
9. Ивакин Е.К. Логистика капитального строительства. - Ростов-на-Дону: РГСУ, 1997. - 210 с.
10. Шаблоны управления строительством в excel. Электронный ресурс. URL: https://ru.smartsheet.com/excel-construction-project-management-templates
11. Логистика в строительстве : Учеб. пособие для студентов экон. специальностей / В. Н. Стаханов, Е. К. Ивакин. - М. : ПРИОР, 2001. - 172 с. :
12. Дюкова О.М. Логистика строительства: современное понимание и тенденции. - СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2016. - 116 с.
13. Логистика и управление цепями поставок: учебник для академического бакалавриата / под ред. В.В.Щербакова. - М.: Изд-во Юрайт, 2015. - 582 с.

**Практические занятия**

**«Разработка логистической системы обеспечения объекта строительства материалами и конструкциями».**

На практических занятиях учащийся осуществляет симуляцию работы ИТР в сфере материально-технического снабжения объекта строительства. Целью практических занятий является разработка наиболее оптимальной логистической схемы поставки материальных ресурсов на объект строительства. Исходными данными являются: календарный план строительства объекта, рабочие чертежи по заданным конструктивным элементам.

На практических занятиях необходимо решить следующие задачи.

1. Провести маркетинговые исследований рынка строительных материалов в указанном в задании месте - географическим пункте строительства объекта.

2. Создать фрагмент локальной базы поставщиков строительных материалов по заданному региону и перечню материалов.

3. Рассчитать потребность в материалах на объем работ по заданному конструктивному элементу.

4. Разработать лимитно - комплектовочную ведомость поставки материалов.

Исходными данными являются рабочие чертежи по конструктивным элементам объекта и календарный план производства работ.

5. На основании календарного плана учитывающего состояние выполнения работ на заданную дату и технологической карты детализирующей состав выполняемых работ осуществить набор работ на заданный период планирования (месяц).

6. Используя данные набора объемов работ на заданный месяц осуществить разработку заявки на поставку на объект материалов и конструкций.

7. На основании номенклатуры материалов включенных в заявку осуществить отбор поставщиков из созданной базы по критерию цены.

8. Для сравнения поставщиков по критерию транспортной доступности разработать транспортную схему и рассчитать варианты стоимости доставки материалов.

9. Разработать товарно-транспортную накладную поставщика.

10. Осуществить списание материалов на себестоимость объекта (разработать форму М30).

При проведении практических занятий учащийся использует следующие информационные технологии: MP, ИСУ «Строительство» и таблицы excel.

Приложение: формы документов.