$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{M_z}{J_z\left(1 + k_{66}\right)}; \tag{3}$$

$$\frac{dK_1}{dt} = \omega; \tag{4}$$

$$V_X = (v_x - v_{\text{т}} \cos K_1) \cos K_1 - v_y \sin K_1; \tag{5}$$

$$V_Y = (v_x - v_{\text{т}} \cos K_1) \sin K_1 + v_y \cos K_1; \tag{6}$$

$$\frac{dX}{dt} = V_X; \tag{7}$$

$$\frac{dY}{dt} = V_Y. \tag{8}$$

10. Контроль перемещения судна осуществляется с помощью носового и кормового датчиков дистанции, а также с помощью СНС.

11. Управление судном осуществляется путем перекладок рулей, изменения частоты (и направления) вращения винтов, а также путем регулирования режима работы носового подруливающего устройства.

В мае 2014 года были проведены натурные испытания при выполнении подхода судна к причалу под управлением опытного судоводителя. В ходе испытаний были записаны с высокой точностью параметры движения судна и работы ДРК и ПУ с частотой 4 Гц.

После этого с использованием полученных телеметрических данных был выполнен расчет траектории движения судна по представленной выше математической модели. Удовлетворительная сходимость натурной и смоделированной траекторий движения судна позволила сделать вывод о корректности разработанной математической модели управляемого движения судна при подходе к причалу.

Таким образом, при наличии адекватной математической модели управляемого движения судна создание системы автоматизированной швартовки на внутренних водных путях возможно.

В.В. Цверов, В.В. Запонова
ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
Е.В. Пономарев
ООО «Бюро Логистики»

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГИБКОСТИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ЗАКАЗАМИ И ПОСТАВКАМИ

Рассмотрена возможность применения подходов, используемых в гибких производственных системах для управления заказами и поставками

Основные критерии, предъявляемые к управлению заказами и поставками, заключаются в поддержании стабильного уровня выходных характеристик (объема, надежности по срокам, качества и стоимости продукции), т. е. в обеспечении устойчивости логистического процесса при наличии множества различных внешних и внутренних отклоняющих воздействий.

Факторами внешних отклоняющих воздействий при управлении заказами и поставками могут быть:

– обновление ассортимента заказов и поставок;

– наличие конструктивных модификаций, влекущих необходимость корректировки логистических процессов выполнения заказов и поставок;

– изменение объемов заказов и поставок продукции;

– нарушение ритмичности материально-технического обеспечения;

– срочные заказы и поставки;

– увеличение продолжительности логистических операций (ЛО), выполняемых сторонними организациями, по сравнению с договорной их величиной;

– не выполнение обязательств сторонними организациями, участвующими в процессе;

– неблагоприятные погодные условия и стихийнее бедствия;

– фоксмажерные обстоятельства, связанные с политическими рисками и др.

Факторы внутренних отклонений в логистическом процессе:

– сбои и выход из строя основного и вспомогательного оборудования;

– брак;

– невыход на работу исполнителей;

– недостаточная квалификация производственного персонала;

– несоблюдение технологической и производственной дисциплины и т. д.

Количество непрогнозируемых отклонений растет с увеличением номенклатуры заказов и видов продукции при поставках, уменьшением размеров заказов и поставок, увеличением обновления ассортимента продукции.

В производстве при общей тенденции индивидуализации для сохранения преимущества массового производства предприятия переходят к организации гибких производственных систем. Гибкая производственная система представляет собой совокупность в разных сочетаниях оборудования с числовым программным управлением, роботизированных технологических комплексов, гибких производственных модулей, отдельных единиц технологического оборудования, систем обеспечения функционирования гибких переналаживаемых систем в автоматическом режиме в течение заданного интервала времени. [1] Наработаны инструменты обеспечению гибкости при управлении такими производственными системами, часть из которых, по мнению авторов, может быть адаптирована применительно к управлению заказами и поставками в рамках разработки стандартов предприятия по гибкому выполнению заказами и поставками в рамках гибких систем выполнения заказов и поставок (ГСВЗиП). С учетом адаптации определимся с основными понятиями.

Под *гибкостью при управлении заказами и поставками* будем понимать способность ГСВЗиП оперативно адаптироваться к изменению условий функционирования с минимальными затратами и без потерь, а в исключительных случаях с минимальным снижением производительности.

Материальной основой ГСВЗиП является *гибкий логистический модуль* – это элемент ГСВЗиП, представляющий собой исполнителя логистических операций (ИЛО) (единицу технологического оборудования, работника, организацию), предназначенного для выполнения произвольного набора логистических операций (ЛО).

При управлении заказами и поставками могут использоваться следующие виды гибкости систем.

Гибкость оборудования, отражающая длительность и стоимость перехода на выполнение очередного вида ЛО в пределах закрепленного за ГЛС ассортимента.

Ассортиментная гибкость – отражает способность ГСВЗиП к обновлению ассортимента заказов и видов поставок продукции. Ее основными характеристиками являются сроки и стоимость подготовки к выполнению новых разновидностей заказов и поставок. Показателем ассортиментной гибкости является максимальный коэффици-

ент обновления комплекса логистических операций, при котором функционирование ГСУЗиП остается экономически эффективным.

Технологическая гибкость – это структурная и организационная гибкость, которая отражает способность ГСВЗиП использовать различные варианты технологического процесса для сглаживания возможных отклонений от предварительно разработанного графика выполнения заказов и поставок. Данный тип гибкости подразделяется на: 1) маршрутную гибкость; 2) операционную гибкость (гибкость оборудования).

Сетевые (многовариантные) цепи поставок и выполнения заказов необходимы для выравнивания локальных перегрузок, которые возникают в отдельных звеньях цепи поставок (ЦП) и звеньях цепи выполнения заказа (ЦВЗ) из-за различных сбоев (поломок оборудования, невыхода работников, невыполнения обязательств партнерами, фоксмажора). Перераспределение ресурсов оборудования может осуществляться путем: выполнения отдельных ЛО другими ИЛО того же вида; передачи ЛО на ИЛО другого вида, в результате чего полностью или частично меняются маршруты продвижения материальных и информационных потоков; изменения алгоритма выполнения ЛО с сохранением комплекса используемых ИЛО.

Выбор варианта ЦП или ЦВЗ и переход с одного варианта на другой в процессе управления заказами и поставками продукции может осуществляться центром управления на основе анализа поступающей информации о текущем состоянии выполнения заказов и поставок.

Показателем маршрутной гибкости может служить снижение работоспособности ГСВЗиП при выходе из строя одного ИЛО. В лучшем случае он равен или меньше (если в системе предусмотрены избыточные ресурсы) производительности вышедшего ИЛО. Однако при этом система должна обеспечить ритмичность и последовательность выполнения заказов в соответствии с заданными приоритетами.

Гибкость объемов – проявляется в способности ГСВЗиП рационально выполнять заказы и поставки в условиях динамичности их размеров. Основным показателем гибкости объемов является минимальный размер заказа или поставки, при котором функционирование ГСВЗиП остается экономически эффективным.

Конструктивная гибкость системы – отражает возможности модулирования ГСВЗиП, ее последующего развития (расширения). С помощью конструктивной гибкости реализуются возможности объединения нескольких подсистем в единый комплекс. Показателем конструктивной гибкости является максимальное количество ИЛО, которое может быть задействовано в ГСВЗиП при сохранении основных проектных решений по системе.

Наиболее перспективными с позиции конструктивной гибкости являются сетевые полнодоступные транспортные системы, которые обеспечивают перемещение материального потока между любыми исполнителями без промежуточных погрузочно-разгрузочных операций. Менее гибкими в конструктивном отношении являются линейные и кольцевые транспортно-перемещающие системы.

Каждая ГСВЗиП разрабатывается для удовлетворения потребностей и стратегии конкретного предприятия. Поэтому она является специализированной не только по своему технологическому назначению, но и по всему спектру задач.

При оценке организационной устойчивости элементов ГСВЗиП применяют показатели *оперативной автономности,* которые отражают способность каждого ИЛО поддерживать собственное функционирование без внешнего вмешательства. То есть оперативно идентифицировать и оценивать возникшую ситуацию, принимать и реализовывать соответствующие решения. Уровень *оперативной автономности* элементов ГСВЗиП характеризуется показателями: средняя продолжительностью работы без внешнего управления; средняя продолжительностью внешнего управления.

Координация работы ИЛО включает: синхронизацию алгоритма выполняемых действий; согласование работы параллельно функционирующих ИЛО с целью недо-

пущения сбоев и аварийных ситуаций; определение очередности обслуживания заявок и определение последовательности выполнения ЛО в соответствии с планом.

Управление структурными подразделениями в ГСВЗиП в процессе их функционирования ориентировано на средний уровень детерминированности входных материальных потоков. Центр управления должен стремиться обеспечить устойчивость логистических процессов при любых внешних и внутренних случайных отклонениях.

Одним из наиболее распространенных организационно-технологических методов обеспечения устойчивости производственных и логистических процессов является повышение оперативности управляющих воздействий. Важное значение в управлении ЛО имеют ограничения, которые связаны со сроками начала и окончания выполнения заказов и поставок продукции, оперативно назначаемыми центром управления. Будучи не всегда обоснованно заданными, эти сроки воспринимаются локальными подсистемами как подлежащие обязательному выполнению. Такая ситуация может снизить возможности оптимизации по другим организационным и технологическим критериям. Поэтому вместо сроков целесообразнее регламентировать приоритеты, т. е. частично упорядоченную последовательность выполнения ЛО, дав возможность ИЛО при необходимости их оперативно изменять. На практике применяется элементарная система приоритетов (нормальное, срочное и аварийное выполнение ЛО), которая легко может быть освоена ИЛО.

По своему характеру приоритеты могут быть абсолютными и относительными. При выборе *абсолютных приоритетов* выполнение заказов и поставок с низшего класса срочности допускается только после завершения всех заказов и поставок более высокого класса срочности. При *относительных приоритетах* эта последовательность может быть нарушена, однако при условии, что ее соблюдение влечет за собой потери в производительности, превышающие заранее установленную пороговую величину.

Управление потоковыми процессами осуществляется путем разработки, отбора и реализации *сетевых цепей выполнения заказов и поставок* (СЦВЗиП).

СЦВЗиП целесообразно использовать в ГСВЗиП широким ассортиментом заказов и поставок. Данные системы должны располагать несколькими видами ИЛО с частично совпадающими технологическими возможностями. В процессе управления заказами и поставками при выборе ЦП и ЦВЗ руководствуются целью выравнивания загрузки ИЛО в пределах планового объема за определенный временной период.

Целесообразно сразу разработать несколько вариантов ЦП и ЦВП. Это обеспечит ГСВЗиП возможность оперативного маневра имеющимися ресурсами. Наиболее наглядным и удобным для анализа является представление СЦВЗиП в виде ориентированного ациклического графа (сети), в котором каждая вершина соответствует определенному ИЛО. В качестве примера на рис. 1. приведена, разработанная авторами СЦВЗ «Управления заказами на строительство объектов берегоукрепления».

При анализе СЦВЗиП необходимо выделять случаи, когда варианты технологии экономически равноценны, и ситуации, когда более разумно выделить базовый и обходные (альтернативные) варианты ЦП и ЦВЗ. В реальных условиях применение альтернативных вариантов ЦП и ЦВЗ является естественным средством для обеспечения ритмичного выполнения плана поставок и заказов.

При каждых конкретных поставке и заказе условия их известны, поэтому подходящие альтернативные варианты ЦП и ВЗ можно брать из банка данных, создаваемого в стандартах предприятия на управление ЦП и ЦВЗ.

Для СЦВЗиП со сложной структурой в процессе управления поставками и заказами целесообразно сначала строить геометрическую интерпретацию их цепей. При наличии такой интерпретации и его аналитического описания в соответствующем программном обеспечении в ЭВМ системы управления оперативная информация автоматически преобразуется в матричное представление, что позволяет оптимизировать процессы управления в кратчайшее время и при минимальных затратах.

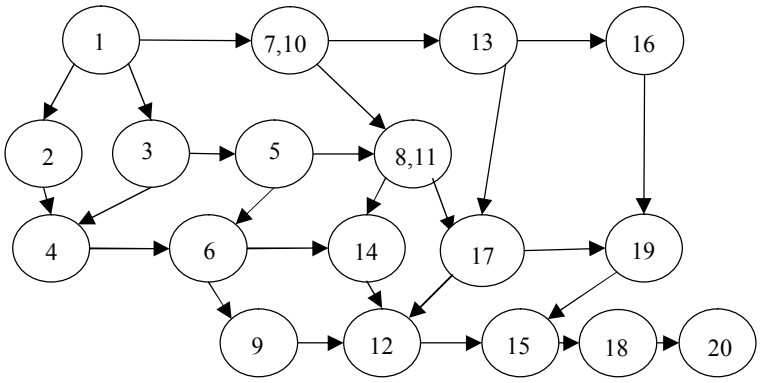

Рис. 1. Представление СЦВЗиП в виде ориентированного ациклического графа (сети)
Обозначения: 1 – подготовка территории; 2 – разработка грунта и устройство траншеи; 3 – завоз шпунта на объект; 4 – погружение ж/б шпунта таврового сечения; 5 – доставка анкерных устройств; 6 – установка анкерных тяг с анкерными плитами; 7 – покупка битума; 8 – доставка битума; 9 – обмазка битумом анкерных устройств; 10 – закупка щебня и металлических полутруб; 11 – доставка устройств обратных фильтров; 12 – установка устройств обратных фильтров; 13 – закупка песка; 14 – доставка песка; 15 – засыпка песком котлована; 16 – закупка арматуры, закладных деталей и опалубки; 17 – доставка арматуры, закладных деталей и опалубки; 18 – устройство шапочного бруса: установка арматуры, опалубки, закладных деталей; 19 – доставка бетона с заливкой опалубки; 19 – горизонтальная и вертикальная гидроизоляция

Список литературы:

[1] Семененко А.И. Логистика. Основы теории: учебник / А.И. Семененко, В.И. Сергеев. – СПб.: Союз, 2001. – 544 с.
[2] Цверов В.В. Анализ подходов к управлению доставкой по принципу «точно в срок» при экспортно-импортных операциях / В.В. Цверов, Е.В. Понамарев // Труды 15-го международного научно-промышленного форума «Великие реки – 2013». Том 1. – Н.Новгород: Изд-во ФБОУ ВПО «ВГАВТ», 2013.- с. 259–262.
[3] Цверов В.В. Управление закупками и поставками : монография / В.В. Цверов. – Н.Новгород: Изд-во ФГОУ ВПО «ВГАВТ», 2005. – 256 с.

В.В. Цверов, А.В. Пучкова
ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ ГОРОДСКИХ ПАССАЖИРСКИХ РЕЧНЫХ ПЕРЕВОЗОК

В статье приводятся результаты маркетинговых исследований по направлению развития местных речных пассажирских перевозок в Нижегородской области

В Нижегородской области с 2005 г. существует устойчивая тенденция сокращения количества речных местных маршрутов (табл. 1).