

2. Решение поставленной задачи исследования

Рассмотрим подробнее каждую из исследуемых производственных систем.

2.1. Толкающая система.

Как правило, эта система ориентирована на плавную работу производства. Пусть исследуется j -й достаточно длительный период времени – T_j . Для толкающей системы основными задержками, связанными с производством будут:

- для снабжения (СН): $\Delta t_{пкj}, \Delta t_{снj}$, где $\Delta t_{пкj}$ – задержка, связанная с подготовкой и выпуском комплектующих, сырья, материалов для снабжения производственного процесса в рассматриваемом периоде T_j ; $\Delta t_{снj}$ – общая задержка, связанная с транспортировкой и складированием в снабжении производством в периоде T_j ;

- для производства (ПР): $\Delta t_{пдj}, \Delta t_{вj}$, где $\Delta t_{пдj}$ – время, затраченное на подготовку производства в рассматриваемом периоде T_j ; $\Delta t_{вj}$ – время, затраченное на производство продукции (производственный цикл) в рассматриваемом периоде T_j ;

- для сбыта (СБ): $\Delta t_{сбj}$ – общее время, потраченное на транспортировку, складирование и продажу продукции в плановом периоде T_j .

Общее время, потраченное на снабжение, производство и сбыт продукции в плановом рассматриваемом периоде T_j , будет:

$$(\Delta t_{пкj} + \Delta t_{снj})_{СНj} + (\Delta t_{пдj} + \Delta t_{вj})_{ПРj} + (\Delta t_{сбj})_{СБj}.$$

Так как моделирование, для статистической достоверности, будет проводиться для целого ряда периодов T_j , то с учетом усреднения получим сред-

нее время реализации логистического цикла (СН, ПР, СБ):

$$T_j = \frac{\sum_{j=1}^N (\Delta t_{пкj} + \Delta t_{снj})_{СНj}}{N} + \frac{\sum_{j=1}^N [(\Delta t_{пдj} + \Delta t_{вj})_{ПРj} + (\Delta t_{сбj})_{СБj}]}{N},$$

где N – количество исследуемых периодов (не меньше десяти).

На рис. 2 приводится упрощенный временной график (диаграмма Ганта) «толкающей» производственной системы.

2.2. Тянущая система

Для этого типа системы, путем анализа состояния рынка, формируется i -й заказ на отрезке времени внутри T_j . Поэтому в течение рассматриваемого периода T_j формируется ряд заказов. Объем i -го заказа зависит от спроса на рынке на текущий момент времени. Поэтому задержки, связанные с производством и выпуском продукции за время T_j зависят от количества и объема всех заказов. Общая задержка будет выглядеть следующим образом:

$$\sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^{K_j} [(\Delta t_{пкij} + \Delta t_{снij})_{СНij} + (\Delta t_{пдij} + \Delta t_{вij})_{ПРij} + (\Delta t_{сбij})_{СБij}],$$

где K_j – количество заказов на отрезке времени T_j ;

$\Delta t_{пкij}$ – задержка, связанная с подготовкой и выпуском комплектующих, сырья, материалов для снабжения i_j -го производственного заказа на отрезке времени T_j ;

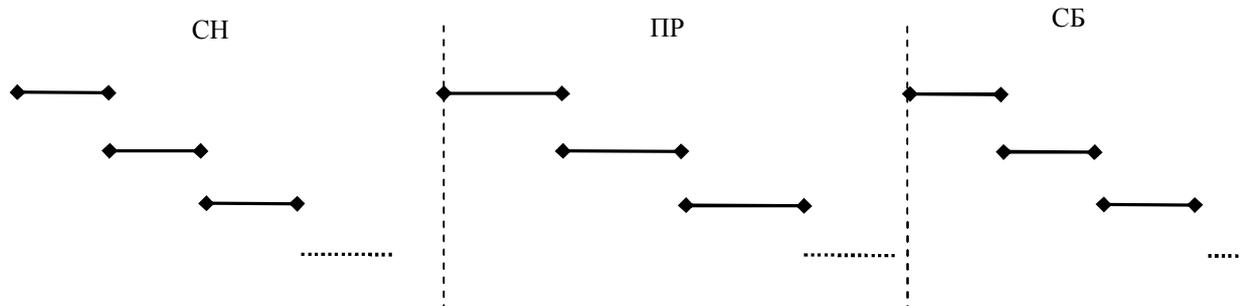


Рис. 2. Временной график «толкающей» системы

$\Delta t_{снi_j}$ – задержка, связанная с транспортировкой, складированием комплектующих, сырья и материалов для снабжения i_j -го производственного заказа;

$\Delta t_{пдi_j}$ – время, затраченное на подготовку производства i_j -го заказа;

$\Delta t_{вi_j}$ – время, затраченное на выпуск продукции для i_j -го заказа;

$\Delta t_{сбi_j}$ – время, затраченное на транспортировку, складирование и продажу продукции для i_j -го заказа.

На рис. 3 приведен упрощенный временной график (диаграмма Ганта) «тянущей» производственной системы.

Агентное моделирование

Выделим основные типы агентов для построения модели, которая будет имитировать управление движением материальных потоков в логистической производственной системе.

Агент «Рынок». С помощью агента «Рынок» формируется, (путем задания характеристик закона распределения) для «толкающей» системы – плановый показатель, в виде объема заказов V_j на T_j -й период времени. Для «тянущей» системы формируется размер заказываемой партии V_{i_j} на краткосрочный период времени T_{i_j} ($T_{i_j} \ll T_j$).

Агент «Снабжение». С помощью агента «Снабжение» имитируются величины временных задержек, связанных с производством комплектующих и доставкой их в основное производство. Для «толкающей» системы – $\Delta t_{пкj}, \Delta t_{снj}$. Для «тяну-

щей» системы – $\Delta t_{пкi_j}, \Delta t_{снi_j}$. Величины задержек зависят от количества партий комплектующих, участвующих в снабжении, характеристик транспортной системы и системы складов.

Агент «Производство». С помощью агента «Производство» имитируются величины временных задержек, связанных с подготовкой производства, производством и выпуском продукции. Для «толкающей» системы – $\Delta t_{пдj}, \Delta t_{вj}$. Для «тянущей» системы – $\Delta t_{пди_j}, \Delta t_{ви_j}$.

Агент «Сбыт». С помощью агента «Сбыт» имитируется временная задержка, связанная со сбытом продукции (транспортировка, складирование и продажа). Для «толкающей» системы – $\Delta t_{сбj}$. Для «тянущей» системы – $\Delta t_{сби_j}$.

Агент «Комплектующие». С помощью этого агента генерируется (по заданным характеристикам закона распределения) появление партий комплектующих, сырья и материалов, которые поступают к агенту «Снабжение».

Агент «Диспетчер». Служебный агент, который служит для координации взаимодействий вышеприведенных агентов. Кроме того он отвечает за общее системное время моделирования и планирует последовательность выполняемых событий в системе.

Агент «Результаты моделирования». Служит для выдачи результатов моделирования в табличной и графической форме. По результатам моделирования конкретной производственной системы принимаются решения о продолжении или окончании исследования.

Для исследования поведения рынка в агентной модели разыгрывается сценарий двух типов:

- плавное (эволюционное) поведение рынка;
- скачкообразное (случайное) поведение рынка.

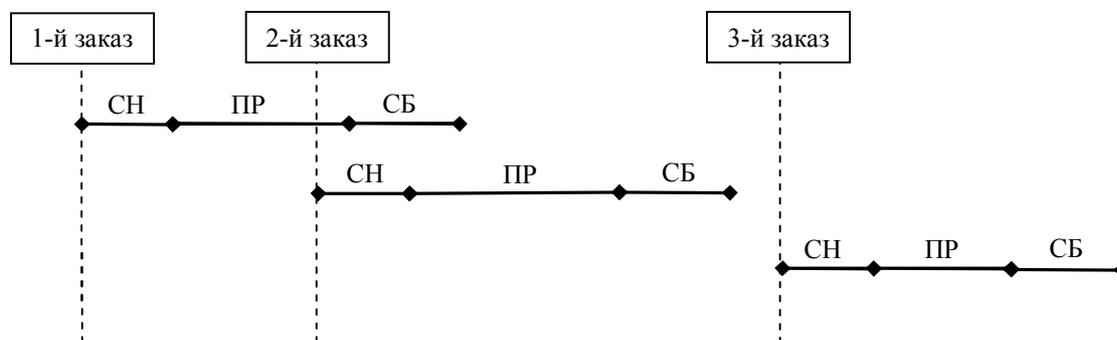


Рис. 3. Временной график «тянущей» системы

Для плавного поведения имитируется постепенное повышение или снижение спроса продукции за период времени T_j (рис. 4).

Для скачкообразного поведения, с помощью заданных характеристик закона распределения, формируется резкое изменение вверх или вниз кривой спроса (рис. 4).

На рис. 5 представлена структура агентной имитационной модели.

В результате проведенного эксперимента с агентной моделью для каждого рассматриваемого периода T_j можно сформировать показатель фактического спроса ($C_{Ф_j}$) и сравнить его с результатами моделирования работы логистической производственной системы $C_{Ф_{лпрj}}$ как для «толкающей» так и для «тянущей» систем. Выбор «толкающей» или «тянущей» системы зависит от разницы, которая усреднена на N интервалах времени:

$$\bar{\Delta C} = \frac{\sum_{j=1}^N |C_{Ф_j} - C_{Ф_{лпрj}}|}{N}$$

Выбор типа логистической производственной системы целесообразно делать для варианта с минимальным значением $\bar{\Delta C}$.

Заключение

Предложенный подход целесообразно использовать для исследования распределенных систем, которые используют логистический подход в управлении производством. Предварительные исследования показали, что для плавного поведения спроса на рынке целесообразно использовать «толкающую» систему, а для скачкообразного поведения спроса (или плохо поддающихся прогнозу поведения рынка) – «тянущую» систему.

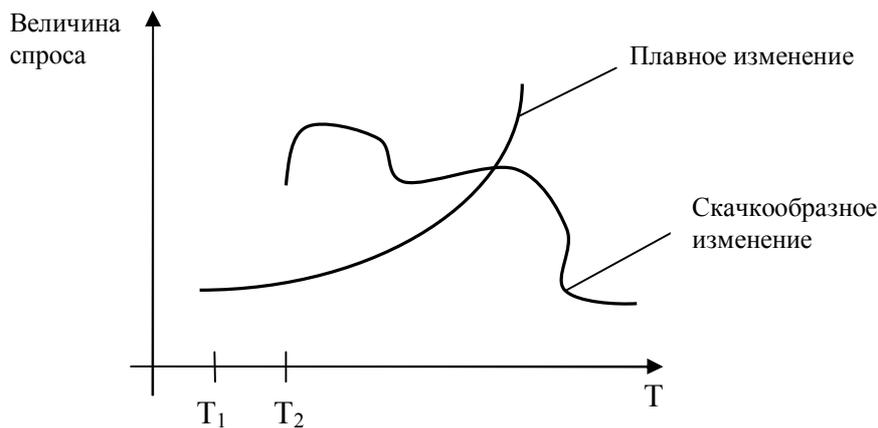


Рис. 4. Моделирование рыночного спроса продукции

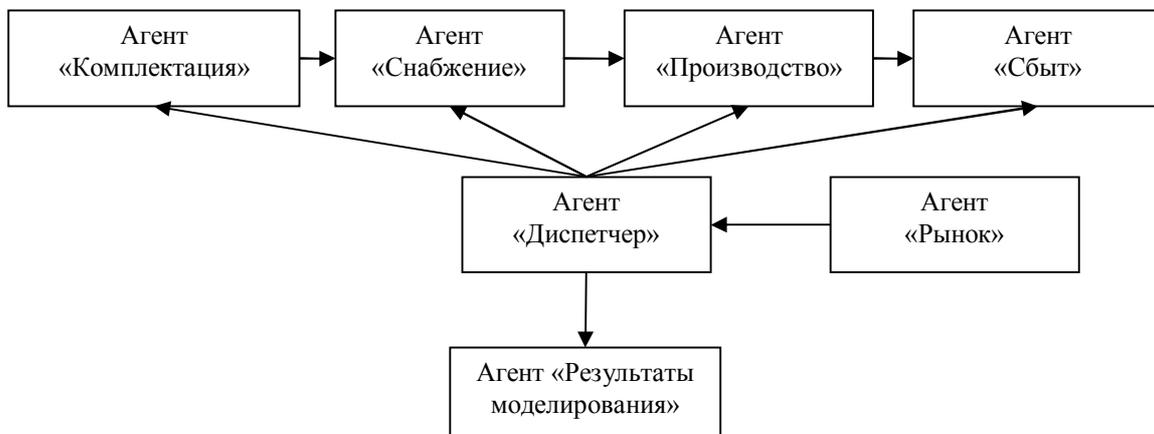


Рис. 5. Структура агентной имитационной модели

Литература

1. Гаджинский, А.М. *Логистика [Текст] / А.М. Гаджинский. – М.: Издательство Торговая корпорация «Дашков и К», 2005. – 432 с.*

2. Греков, Л.Д. *Проектирование распределенной транспортной системы на основе мультиагентной модели и метаэвристических методов оптимизации [Текст] / Л.Д. Греков // Радиотехника и компьютерные системы. – 2008. – №2(29). – С. 45–49.*

Поступила в редакцию 7.02.2013, рассмотрена на редколлегии 13.02.2013

Рецензент: д-р техн. наук, проф., профессор кафедры программной инженерии И.В. Шостак, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е.Жуковского «ХАИ», Харьков.

МУЛЬТИАГЕНТНЕ МОДЕЛЮВАННЯ І ВИБІР ТИПУ ЛОГІСТИЧНОЇ ВИРОБНИЧОЇ СИСТЕМИ

К.О. Западня, М.В. Иванов

У роботі аналізується сучасне розподілене виробництво на основі вимог логістичного підходу. Проводиться дослідження двох основних типів логістичного управління матеріальними потоками: «штовхаюча» і «тягнуча» системи. Побудовано агентну імітаційну модель для дослідження динамічних процесів, пов'язаних з рухом матеріальних потоків у логістичному ланцюзі виробництва. Показано, що «штовхаючу» систему доцільно використовувати при плавній зміні попиту на ринку для формування планів виробництва на відносно довго-терміновий період часу. «Тягнучу» систему вигідно використовувати у разі важкопрогнозуємої поведінки попиту на ринку, аналіз якої і формування замовлень засноване на моніторингу та короткострокових прогнозах.

Ключові слова: логістика розподіленого виробництва, «штовхаюча» і «тягнуча» системи, агентне моделювання матеріальних потоків, вибір типу виробничої системи.

MULTIAGENT SIMULATION AND CHOICE OF LOGISTIC PRODUCTION SYSTEM TYPE

K.O. Zapadnya, M.V. Ivanov

This paper analyzes the current distributed production based on the logistics approach requirements. The research of two main types of material flow logistics management, "pushing" and "pulling" the systems is submitted. Agent Based simulation model is constructed to investigate the dynamic processes associated with the movement of material flows in the logistics production chain. Shown that the "pushing" system should be used with a continuous change in market demand for the formation of plans to produce a relatively long-term period of time. "Pulling" system is useful in the case of hard-forecast behavior of market demand, the analysis of which is based on the formation of orders and monitoring of short-term forecasts.

Keywords: logistics of distributed production, "pushing" and "pulling" systems, agent-based modeling of material flow, selection of the production system type.

Западня Ксенія Олександрівна – канд. техн. наук, доцент кафедри інформаційних управляючих систем, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина.

Иванов Михаил Валерьевич – аспирант кафедры информационных и управляющих систем, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина.