

**ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК ОСНОВА ДЛЯ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ  
ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ****Медведев Степан Николаевич, Аксенов Константин Александрович,  
Гончарова Наталья Вадимовна (Екатеринбург)****Введение**

Использование современных технологий на машиностроительном предприятии позволяет повышать производительность труда персонала, сокращать сроки изготовления продукции и как следствие повышать эффективности в целом всего предприятия. Современные технологии включают в себя как различные механизированные средства, так и информационные системы различного уровня, позволяющие руководству получать и обрабатывать информацию для принятия правильных управленческих решений. Выполнение производственных заказов является приоритетной задачей для руководителя, управляющего производственным процессом на предприятии. Эффективное распределение производственных заказов в цехах предприятия и своевременное их выполнение не только позволит сократить издержки, но и вовремя отгрузить продукцию заказчиком. Если на предприятии есть подразделения, которые являются своеобразными «дублерами», то это позволяет распределять выпускаемую номенклатуру между ними в различных пропорциях в зависимости от текущей ситуации «внутри» подразделений. Определение эффективного распределения заказов между подразделениями, а также моделирование процесса изготовления номенклатуры в них позволит проиграть ситуацию до принятия управленческого решения. Имитационное моделирование [1-3] и мультиагентный подход [4-6] позволяют увидеть, как процесс распределения поведет себя при его реализации, не тратя много ресурсов и времени.

**Формулирование задачи**

Рассмотрим производственное предприятие [7] которое состоит из металлургического производства и сборочного цеха, производственный цикл начинается с изготовления заготовки в металлургии и заканчивается выпуском готовой продукции со сборочного конвейера. Металлургическое производство состоит из пяти цехов, которые образуют единую технологическую цепочку для производства и доставки ее на сборочное производство.

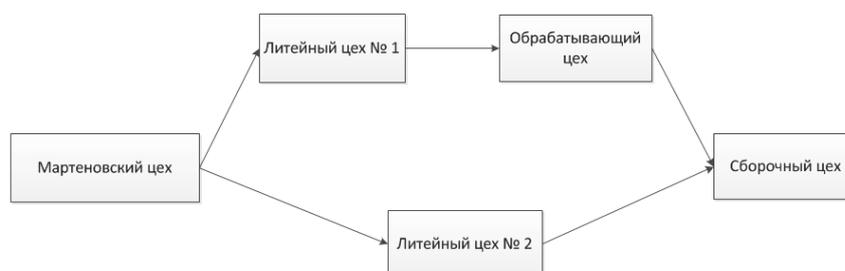


Рис. 1. Схема производственного потока

Информация с подразделений поступает из различных информационных систем предприятия [8-9]. В рассматриваемой схеме производство деталей осуществляется по двум параллельным производственным линиям, имеющих разные производственные мощности, но позволяющих производить одинаковую номенклатуру продукции. Распределение номенклатуры между двумя нитями является непростой задачей, которая должна учитывать как время изготовления, так и прибыль, которая формируется в цехе на основе понесенных затрат. Одним из решений проблемы может быть использование программных средств, которые решат проблему.

**Теория**

Для решения рассматриваемой проблемы и поиска наиболее эффективного плана распределения заказов по подразделениям была применена система моделирования динамических ситуаций VpSim.DSS. В этой системе была создана модель с последовательностью действий, которые необходимо предпринять при поиске решения. Построенная модель включает в себя трудоемкость производства на основе технологических процессов изготовления деталей по

каждой линии, допустимое количество возникающих отклонений на изделия по каждой производственной линии, график работы производственных линий. Целевой показателем является максимизация выручки, которую следует получить предприятию.

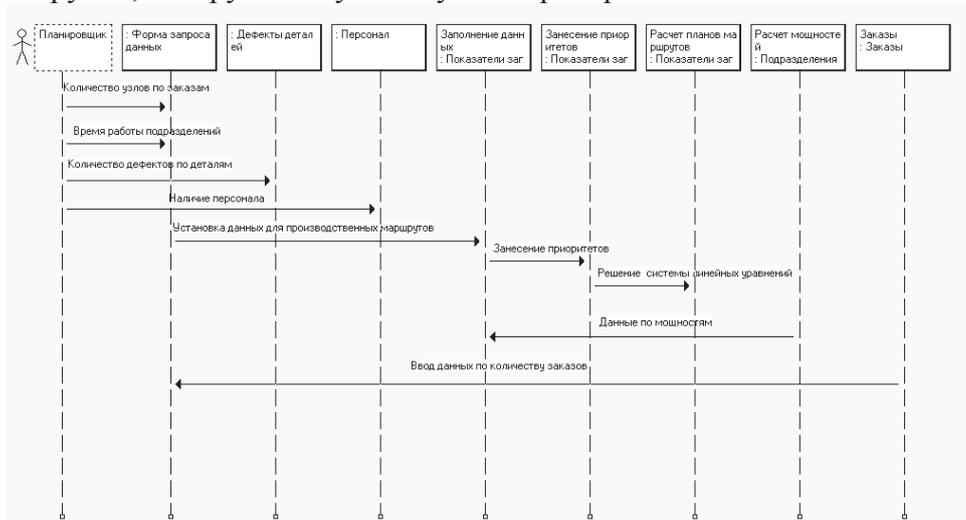


Рис. 2. Схема решений

Расчет плана распределения между подразделениями проводился после получения входных параметров, на основе которых была построена система линейных уравнений и найдено решение. Полученное решение является оптимальным и служит ориентиром для проведения дальнейших расчетов. Для получения плана распределения заказов между подразделениями приближенного к реальному объекту, была построена модель с использованием метода «перечехования» заказов в системе моделирования VpSim.MAS, где была разработана технология для каждой линии с учетом используемого технологического оборудования, уровня бракованной продукции. В модели используются программные агенты, которые используются для анализа информации по производственным линиям и принятия управленческих решений.

МППР (перечехование)

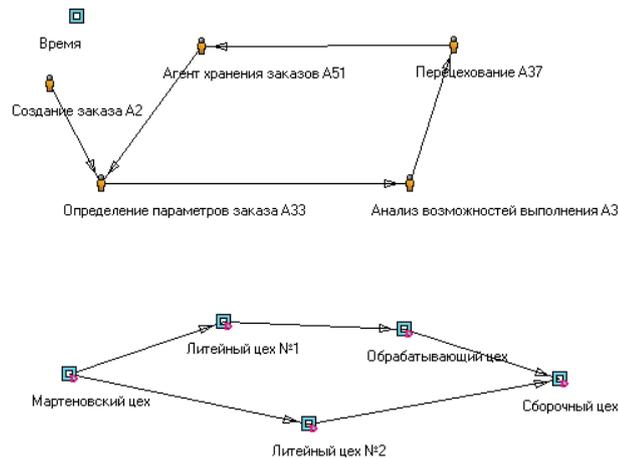


Рис. 3. Верхний уровень модели МППР

Осуществление распределения различной номенклатуры между технологическим оборудованием осуществляется с помощью программных агентов, в которых описаны правила.



Используя систему динамического моделирования ситуаций VpSim.DSS вместе с системой моделирования VpSim.MAS вместе образуют систему поддержки принятия решений для получения оптимального результата и его подтверждения в условиях, близких к реальным на промышленном предприятии.

#### Поддержка

Работа выполнена при поддержке Законом № 211 Правительства Российской Федерации, договор № 02.A03.21.0006.

#### Литература

1. Соловьева И.В., Соколов Б.В., Иванов Д.А. Анализ применимости метода позиционной оптимизации в задаче управления цепями поставок // 2015 Международная конференция "Устойчивость и процессы управления" в память В.И. Зубова 2015. с. 498-500.
2. Девятков В.В., Власов С.А., Девятков Т.В. Облачные технологии в симуляционных исследованиях: GPSS CloudProject // 7-я конференция IFAC по моделированию, управлению и контролю производства. – Санкт-Петербург: IFAC, Июнь 19-21, 2013. – Том 7. – Часть 1. – с. 637-641.
3. Klebanov V., Antropov, T., Riabkina, E. Bases of imitation model of artificial society construction accounting of the agents' needs recursion. 16th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2016.Book2 Vol. 1, 101-108 pp. DOI: 10.5593/SGEM2016/B21/S07.014, WOS:000395499400014.
4. Е. В. Юдин, М. Н. Юдина, "Расчет числа мотивов на трех узлах методом случайной выборки каркасов в сетях с направленными связями", Сибирский симпозиум «Наука о данных и инженерия данных» 2017, с. 23–26.
5. Aksyonov, K; Bykov, E; Aksyonova, O. Application of Multi-agent Simulation for Decision Support in a Construction Corporation and its Comparison with Critical Path Method. Proceedings of the International Conference on Mechatronics and Control Engineering (ICMCE 2012). pp. 2244-2247.
6. В. А. Витих, П. О. Скобелев, —Мультиагентные модели взаимодействия для построения сетей потребностей и возможностей в открытых системах, Автоматика и телемеханика, том 1, 2003. с. 177-185.
7. Кондратьев А.С., Аксенов К.А., Антонова А.С., Медведев С.Н. «Исследование работы обрабатывающего цеха с помощью мультиагентной модели процессов преобразования ресурсов» // Современные проблемы науки и образования. - 2015. – Н. 1; URL: [www.science-education.ru/121-18536](http://www.science-education.ru/121-18536).
8. Borodin, A., Kiselev, Y., Mirvoda, S., Porshnev, S., On design of domain-specific query language for the metallurgical industry. Proceedings of the 11th International Conference BDAS: Beyond Databases, Architectures and Structures: Communications in Computer and Information Science, pp. 505–515, 2015.
9. Borodin, A., Mirvoda, S., Kulikov, I., Porshnev, S., Optimization of memory operations in generalized search trees of PostgreSQL. Proceedings of the International Conference: Beyond Databases, Architectures and Structures, pp. 224–232, 2017.