Научно-практический электронный журнал
Оригинальные исследования (ОРИС), *ISSN 2222-0402*
www.ores.su
original-research.ru

УДК 303.094.7

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ПОДХОДОВ В ОБЛАСТИ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИЙ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Иванов Максим Александрович,
аспирант, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова», г. Санкт-Петербург, maksfire2001@mail.ru

Иванов Сергей Александрович,
доцент, к.т.н., ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова», г. Санкт-Петербург, kemsit@mail.ru

Аннотация

В данной статье авторами рассматриваются основные подходы в области оптимизации процессов организаций мясоперерабатывающей отрасли – мясокомбинатов. Проведен анализ подходов в области имитационного моделирования, подробно рассмотрены дискретно-событийное и агентное моделирование, показаны роль и значение имитационного моделирования в пищевой промышленности.

Ключевые слова: имитационное моделирование, многоагентный подход, дискретно-событийное моделирование, оптимизация процессов.

A REVIEW OF MODERN APPROACHES IN THE FIELD OF SIMULATION MODELING FOR OPTIMIZING THE ACTIVITIES OF FOOD INDUSTRY ORGANIZATIONS

Ivanov Maxim Aleksandrovich,
Postgraduate Student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Saint-Petersburg State Forest Technical University», St. Petersburg, maksfire2001@mail.ru

Ivanov Sergey Aleksandrovich,
Associate Professor, PhD, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Saint-Petersburg State Forest Technical University», St. Petersburg, kemsit@mail.ru

ABSTRACT

In this article, the authors examine the main approaches to process optimization at meat processing plants. They analyze approaches to simulation modeling, examine discrete-event and agent-based modeling in detail, and demonstrate the role and importance of simulation in the food industry.

Keywords: simulation modeling, multi-agent approach, discrete-event modeling, process optimization.

Имитационное моделирование – один из способов решения практических задач. Зачастую решение проблемы сложно найти путем внедрения натуральных экспериментов; строить новые объекты или вносить изменения в уже имеющуюся инфраструктуру может быть слишком дорого, опасно или просто невозможно. В таких случаях строится модель реальной системы. Данный процесс подразумевает переход на определённый уровень абстракции: опуская несущественные детали, учитывается только то, что считается важным.

Имитационные модели на мясокомбинатах могут применяться для решения широкого круга задач и используются на различных уровнях принятия управленческих решений предприятия от закупщика до высшего менеджмента компании. На основе полученных результатов, входе проведения экспериментов с моделью появляется возможность проверить нынешнее состояние работы предприятия и его эффективность, а также спланировать внесение изменений в структуру работы и сразу же оценить их влияние на работу в целом. Кроме того, модель работы мясокомбината может быть объединена с другими моделями организации, например, модели рынка, что позволяет сделать более качественный прогноз.

Чтобы анализировать протекающие процессы иногда удобно рассматривать их как последовательность отдельных важных моментов – событий. Подход к построению имитационных моделей, предлагающий представить реальные действия такими событиями и называется «дискретно-событийным» моделированием (discrete-event modeling). Дискретно-событийное моделирование предполагает представление моделируемой системы в виде процесса, то есть последовательности операций, выполняемых с агентами [1].

Типовыми операциями дискретно-событийной модели являются задержка, обслуживание агента ресурсом, ветвление процесса и т.д. Как времена прибытия агентов, так и времена облуживания обычно являются случайными величинами, и их значения генерируются функциями распределения вероятностей. Поэтому и сами дискретно-событийные модели являются стохастическими, и для получения репрезентативного результата модель должна проработать определенное время, или же нужно выполнить определенное количество прогонов модели [2, 3].

Типовыми результатами дискретно-событийной модели являются:

1. занятость ресурсов;
2. длины очередей;
3. время ожидания;
4. пропускная способность и узкие места системы.

В качестве показателей, которые будут оптимизироваться, в первую очередь выступают: рост прибыли, организация складского учета, увеличение скорости работы, кадровая политика, оценка качества оборудования.

Для анализа прикладных процессов может быть использован подход на основе диаграммы Исикавы, а для оценки бизнес-процессов мясокомбината возможно использование технологии имитационного моделирования.

Для разработки системы оптимизации работы мясокомбината эффективно использовать платформу AnyLogic, являющуюся мощным инструментом для создания комплексных и многофункциональных моделей производственных систем. AnyLogic

поддерживает различные методологии моделирования, такие как дискретно-событийное моделирование (DSE), агентное моделирование и системная динамика, что позволяет гибко подходить к решению задачи оптимизации и учитывать разнообразие факторов, влияющих на эффективность работы мясокомбината.

Любая производственная цепочка, в том числе предприятие пищевой промышленности, представляет собой сложный набор взаимосвязанных компонентов, таких как сотрудники предприятия, используемое оборудование, количество поставляемых ресурсов, рыночные корректировки цен. Для их эффективного моделирования необходимы методы, которые позволяют учитывать динамические изменения этих компонентов. Платформа AnyLogic подходит для решения этой задачи, поскольку она объединяет несколько методологических подходов, дающих возможность моделировать взаимодействие различных факторов в реальном времени и прогнозировать их влияние на всю систему.

Дискретно-событийное моделирование (DSE) используется для анализа систем, в которых изменения происходят в виде отдельных событий. Это позволяет точно учитывать процессы, которые происходят в определенные моменты времени, такие как поломка оборудования, перегрузка или простой отдельных этапов цепочки производства, болезнь сотрудников.

В контексте мясокомбината, модель с использованием DSE позволяет детализировано отслеживать такие события, как время обработки продукции на определенном этапе, прибытие сырья, перемещение готового продукта на склад и его последующая реализация. Это дает возможность анализировать нагрузки на различные участки производственной и логистической цепочки и выявлять узкие места в сети.

Агентное моделирование представляет собой метод, при котором каждый элемент системы моделируется как самостоятельный агент с собственными характеристиками и поведением. В контексте работы мясокомбината такими агентами могут быть сотрудники завода, используемое оборудование, погрузчики, каждый из которых принимает решения на основе внешней информации, получаемой от других агентов и системы в целом.

Агентное моделирование позволяет более детально учитывать поведение участников производственного процесса. Это значительно увеличивает точность прогнозирования и помогает моделировать реальные условия, в которых происходит производство и транспортировка продукта, с учетом случайных факторов, таких как поломка оборудования, болезнь сотрудников или изменение потребности рынка.

Имитационное моделирование играет важную роль в современной пищевой промышленности, поскольку оно позволяет проводить эксперименты и тестировать различные сценарии без необходимости внедрения изменений в реальную систему. Это дает возможность:

1. прогнозировать влияние различных факторов на работу системы;
2. оценивать риски и последствия изменений в инфраструктуре;
3. выявлять оптимальные стратегии управления для повышения эффективности и снижения затрат.

Таким образом, имитационное моделирование является важным инструментом в принятии обоснованных решений в области оптимизации предприятий пищевой промышленности, так как оно позволяет учитывать все возможные неопределенности и динамически изменяющиеся параметры.

Современные подходы к оптимизации работы мясокомбинатов в значительной степени зависят от традиционных методов планирования, таких как линейное и целочисленное программирование, а также методов, не всегда способных учесть

динамичные изменения в производственной цепочке. Отсутствие гибкости в традиционных моделях приводит к их ограниченной применимости в реальных условиях, когда требуется оперативное реагирование на изменения внешней среды. Традиционные методы, такие как линейное и целочисленное программирование, представляют собой «жесткие» модели, которые ориентированы на заранее известные и фиксированные данные, что делает их менее эффективными в условиях, когда важны быстрые реакции на неожиданные изменения.

Критический анализ показывает, что современные методы моделирования, такие как агентное моделирование и имитационные модели, открывают новые возможности для более точного прогнозирования и оптимизации деятельности мясокомбинатов. Однако, несмотря на достижения в этой области, необходимо продолжать совершенствование существующих инструментов. При этом, в этих моделях также присутствуют определённые ограничения, такие как высокая вычислительная сложность, необходимость в детализированных данных и трудности с их интерпретацией.

Один из основных недостатков существующих подходов заключается в том, что они зачастую не учитывают влияния случайных факторов, таких как выход из строя оборудования, падение спроса, недостаток поставок сырья, ввиду падежа скота на фермах, болезнь сотрудников предприятия или экстренные ситуации, которые могут значительно повлиять на эффективность производства и сбыта. Это ограничивает возможности традиционных методов в реальных, изменяющихся условиях.

Использование гибридных методов (например, сочетание селекционных алгоритмов с дискретно-событийным моделированием) позволяют существенно улучшить процесс оптимизации деятельности мясокомбинатов, учитывая долгосрочные перспективы изменений внешних факторов (например, изменение покупательной способности клиентов, изменение в структуре рынка). Гибридные подходы, в отличие от традиционных, способны эффективно адаптироваться к изменениям в реальном времени, что значительно повышает их практическую применимость.

Список литературы:

1. Горбунов, А. Р. Парадигмы имитационного моделирования: новое в решении задач стратегического управления (объединенная логика имитационного моделирования) / А. Р. Горбунов, Н. Н. Лычкина // Бизнес-информатика. – 2007. – № 2(2). – С. 60-66.
2. Жарова, А. В. Агентно-динамическое моделирование - актуальный подход имитационного моделирования / А. В. Жарова // Actual problems of economics and law : Materials digest of the XVIII International Scientific and Practical Conference and the I stage of Research Analytics Championships in economical and juridical sciences, London, 02–06 февраля 2012 года / Chief editor - D-r of juridical sciences, professor, academician Pavlov V.V. / B. Zhytnigor (Chairman), S. Godvint, L. Kupreichyk, A. Tim, D. Georgio, T. Morgan, S. Serdechny, L. Steiker. – London: Международная академия наук и высшего образования, 2012. – С. 36-37.
3. Иванов, М. А. Имитационная модель поддержки сбытовой деятельности мясокомбината / М. А. Иванов, С. А. Иванов // Трансформация бизнеса и общественных институтов в условиях цифровизации экономики : Сборник научных трудов V Национальной (российской) научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 13–14 апреля 2023 года / Под общей редакцией Е.Ф. Щипанова. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский университет технологий управления и экономики, 2023. – С. 471-475.

References:

1. Gorbunov, A. R. Paradigms of Simulation Modeling: New in Solving Strategic Management Problems (Unified Logic of Simulation Modeling) / A. R. Gorbunov, N. N. Lychkina // Business Informatics. - 2007. - No. 2 (2). - P. 60-66.
2. Zharova, A. V. Agent-Dynamic Modeling - a Current Approach to Simulation Modeling / A. V. Zharova // Actual Problems of Economics and Law: Materials Digest of the XVIII International Scientific and Practical Conference and the I Stage of Research Analytics Championships in Economical and Juridical Sciences, London, February 2–6, 2012 / Chief Editor - Dr. of Legal Sciences, Professor, Academician V.V. Pavlov / B. Zhytnigor (Chairman), S. Godvint, L. Kupreichyk, A. Tim, D. Georgio, T. Morgan, S. Serdechny, L. Steiker. – London: International Academy of Sciences and Higher Education, 2012. – P. 36-37.
3. Ivanov, M. A. Simulation model of support for sales activities of a meat-packing plant / M. A. Ivanov, S. A. Ivanov // Transformation of business and public institutions in the context of digitalization of the economy: Collection of scientific papers of the V National (Russian) scientific and practical conference, St. Petersburg, April 13-14, 2023 / Under the general editorship of E. F. Shchipanov. – St. Petersburg: St. Petersburg University of Management Technologies and Economics, 2023. – P. 471-475.