

УДК 519.688: 004.94: 658.5: 636.033

Лаврушина Елена Геннадьевна

ФГБОУ ВПО Владивостокский государственный университет экономики и сервиса
Россия, Владивосток
Старший преподаватель кафедры информационных систем и прикладной информатики
E-Mail: l_e_g@mail.ru

Применение имитационного моделирования для совершенствования производственных процессов промышленного птицеводства

Аннотация: Промышленное птицеводство является многоаспектной производственной деятельностью, характеризующейся сложностью технологических процессов, многовариативностью развития и наличием в едином контуре взаимодействия живой и неживой систем. Все это приводит к тому, что многие возникающие в промышленном птицеводстве ситуации зачастую не имеют стандартных, готовых решений и не могут быть описаны в полной мере с помощью аналитических моделей. Использование имитационного моделирования расширяет диапазон решаемых задач, связанных как с разработкой и принятием решений в условиях неопределенности, недостатка информации, так и с условиями невозможности проведения экспериментов на реальных объектах, необходимостью имитировать работу системы в времени. В данном исследовании, во-первых, приведены особенности организации производственного процесса для предприятий промышленного птицеводства, во-вторых, обусловлена целесообразность использования имитационного моделирования для описания технологических процессов комплекса по переработке мяса птицы при решении вопросов оперативного управления. Результатом исследования стало практическое решение, связанное с разработкой имитационной модели комплекса по переработке мяса птицы, а также рассмотрение перспектив ее дальнейшего использования и совершенствования при решении задач оперативного управления производством на предприятии промышленного птицеводства.

Ключевые слова: Производственный процесс; промышленное птицеводство; переработка мяса птицы; готовый продукт; продукция; технологический процесс; модель; подмодель; имитационная модель; моделирование; имитационное моделирование.

Идентификационный номер статьи в журнале 134EVN613

Elena Lavrushina
Vladivostok State University Economics and Service
Russia, Vladivostok
E-Mail: l_e_g@mail.ru

Application of imitating modeling for improvement of industrial poultry farming production

Abstract: Industrial poultry production is a multifaceted activity, characterized by the complexity of technological processes, the variety of development and the presence of a single-loop interaction of living and nonliving systems. All this leads to the fact that many situations occurring in the poultry industry often don't have standardized, ready-made decisions and cannot be fully described using analytical models. Using simulation technique expands the range of tasks associated with both the development and decision-making process in conditions of uncertainty, lack of information, and the terms of the impossibility of carrying out experiments on real objects, the need to simulate the operation of the system in time. In this research, there are features of the production process for the poultry industry, and due to the feasibility of using simulation technique there is a complex technological processes description of poultry processing in dealing with operational management. The result of the research is a practical solution, associated with the development of a simulation model of the poultry complex processing, as well as consideration of the prospects of its further implementation and development in solving operational management tasks for the poultry industry.

Keywords: Manufacturing process; industrial poultry; processing of poultry meat finished product; production; process; model; submodel; simulation model; modeling; simulation.

Identification number of article 134EVN613

Производственный процесс представляет собой ряд взаимосвязанных технологических операций направленных на создание и выпуск конечного товара или услуги. Количество технологических операций, их трудоемкость и сложность выполнения являются причиной необходимости тотального контроля технологии производства на всех этапах и последующего их улучшения. Одним из возможных вариантов улучшения производственного процесса является оптимизация выполнения определенных технологических операций и их комплексов.

Промышленное птицеводство не является исключением. Промышленное птицеводство является одной из отраслей сельскохозяйственного производства и также состоит из набора различных технологических операций и процессов.

Предприятия промышленного птицеводства представляют собой сложные экопроизводственные системы. Для функционирования предприятий промышленного птицеводства характерны следующие особенности: замкнутость полного цикла производства; непрерывность производственного цикла; заданная интенсивность производства; специфика формирования типов продукции; широкий ассортимент продукции; различие спроса на виды продукции; временные ограничения по реализации некоторых видов продукции [8].

Наиболее тесно взаимосвязанные операции и процессы объединяются для дальнейшего выполнения конкретными организационными подразделениями [8, 11]. В птицеводческом хозяйстве можно выделить следующие типовые организационные подразделения производственного процесса: кормоцеха, птичники, инкубаторы и т.д. В зависимости от направленности производства (яйцо, птица, мясо и т.д.) и построения всего технологического процесса в организационной структуре предприятия присутствуют различные подразделения.

Комплекс по переработке мяса птицы представляет собой отдельное организационное подразделение, выполняющее функции по убою живой птицы, ее потрошению и обработке тела животного в готовый продукт [8, 11].

Целью исследования является построение имитационной модели и проведение экспериментов для оптимизации работы комплекса по переработке мяса птицы в рамках работы предприятия промышленного птицеводства полного цикла.

Проблематика функционирования рассматриваемого комплекса состоит в основном в «закрытости» и отсутствии контроля выполнения определенных технологических операций. Известна структура работы комплекса и порядок выполнения операций, количество голов обрабатываемой комплексом птицы и объемы выпускаемой готовой продукции, но при этом в самом комплексе отсутствуют методы мониторинга текущего его состояния [11]. Сложность мониторинга состояния комплекса обусловлена рядом причин.

Во-первых, это различие весовых значений поступающих ресурсов и выпускаемой продукции – поступающая птица перед обработкой несет в себе строгий ограниченный набор потенциальных продуктов, весовые и количественные значения которых варьируются относительно друг друга, при этом, объемы выпускаемой продукции соответствуют внутренней политике производства, что создает неравномерность выпуска различных типов продукции. Например, для получения 1 килограмма грудки птицы необходимо меньше голов, чем для получения 1 килограмма желудков, при этом потрошение голов на продукцию идет равномерное.

Во-вторых, неравномерность движения продукции – для получения конкретного вида продукции требуется выполнить ряд технологических операций над обрабатываемым продуктом (резка, обработка, упаковка и т.д.). Многие из продуктов требуют выполнения идентичных операций (например, упаковка) это создает сильную загруженность на технологическом этапе, в иных случаях наоборот, этап простаивает из-за нехватки продукции.

Варьируется также и количество операций обработки для получения конечного продукта. Подобная неоднородность технологического процесса является причиной временных различий в выпуске конечного продукта, что создает существенные сложности в оперативном планировании.

Одним из решений подобного вида проблематики является создание имитационной модели работы всего комплекса по переработке мяса птицы. С ее помощью возможно проведение симуляции и анализа работы моделируемых технологических процессов комплекса [9, 11].

Имитационное моделирование представляет частный случай математического моделирования [3, 4, 5, 12], используемый для получения результатов работы рассматриваемого процесса во времени. В основном имитационное моделирование используется, когда для описываемого процесса отсутствуют аналитические модели или не разработаны готовые решения, когда нет возможности провести эксперименты на реальном объекте или когда необходимо имитировать работу системы во времени [2, 3, 4, 5, 6, 7, 12].

Имитационная модель может быть реализована различными способами с помощью различных программных средств, или систем имитационного моделирования [1, 6, 7]. Каждая система, предлагает свой инструментарий средств для построения модели, а также содержит собственную логику работы [1, 2, 3, 5, 6]. Имитационная модель рассматриваемого комплекса по переработке мяса птицы была построена с помощью системы Anylogic 6. Основными преимуществами данной системы явились: возможность моделирования согласно всем классическим подходам к моделированию (системная динамика, процессно-событийное моделирование, агентное моделирование), наличие инструментария для графического оформления модели, поддержка языка Java [4].

Имитационная модель комплекса по переработке мяса птицы состоит из 23 взаимосвязанных диаграмм, различного уровня вложенности. Каждая из диаграмм описывает организационно выделенный этап или процесс обработки птицы.

Разработанная модель представляет собой набор компонентов библиотеки Enterprise Library. Компоненты данной библиотеки представляют собой блоки-операции, описываемые внутренними параметрами. Каждый из компонентов имеет собственный уникальный набор свойств, параметров и операций. Данные параметры могут быть как динамически изменяемыми в процессе прогона модели, так и статичными. Изменение параметров доступно в процессе создания модели позволяет точно смоделировать операцию, описываемую компонентом, а поддержка языка Java позволяет создавать сложные конструкции и циклы программных операций внутри компонента.

Поступающая на убой птица в модели представляется в виде заявки. Для возможности работы с параметрами заявки был создан особый Java-класс, описывающий работу заявки. Создание собственного Java-класса позволило наделить заявки желаемыми параметрами и возможности обращения к ним через программный код из других компонентов.

С помощью графического моделирования блоки объединяются друг с другом создавая логику технологических процессов.

Навигация по модели осуществляется с помощью мыши и созданной системы закладок. Диаграмма каждого процесса представлена в виде двух схем –технологической (рисунок 1) и процессной (рисунок 2).

Технологическая схема отображает приближенную модель действительного процесса обработки птицы, и необходима для визуального представления происходящих процессов. Процессная схема отображает уже процесс движения заявок внутри блоков библиотеки

Enterprise Library. Ввиду особенностей компонентов и их взаимодействия, операции представленные технологической схемой не могут совпадать с операциями процессной.

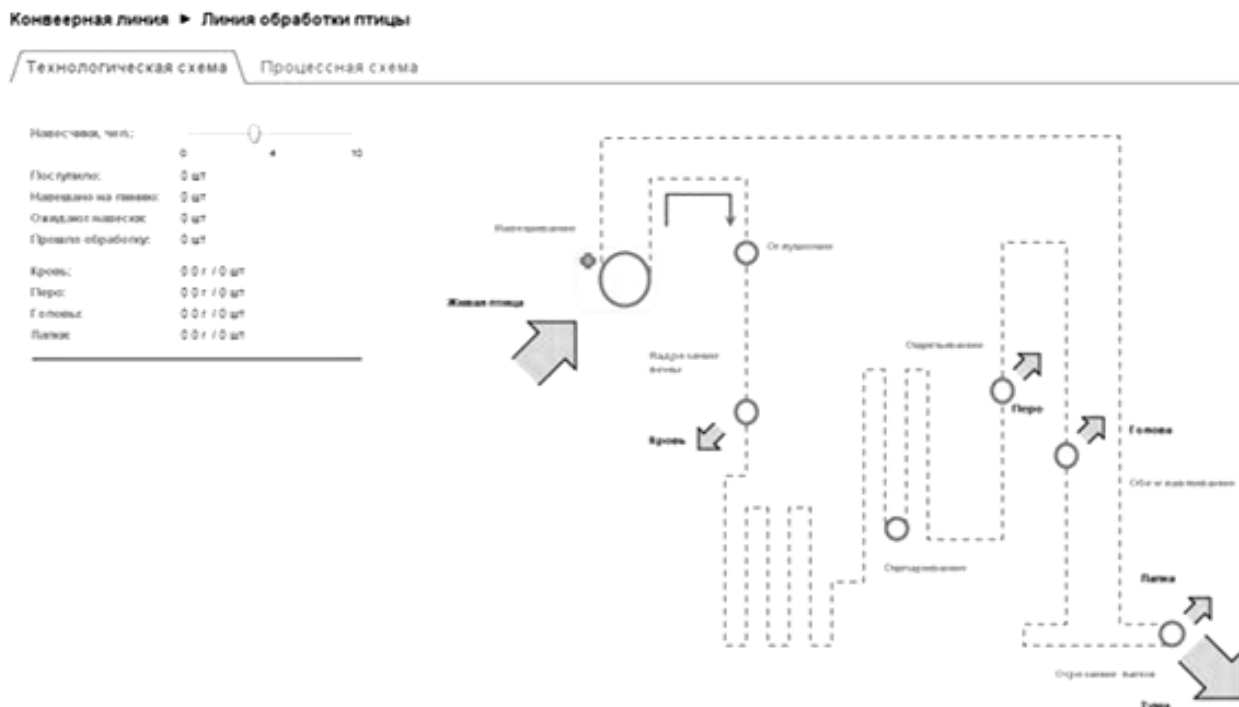


Рис. 1. Технологическая схема линии обработки птицы

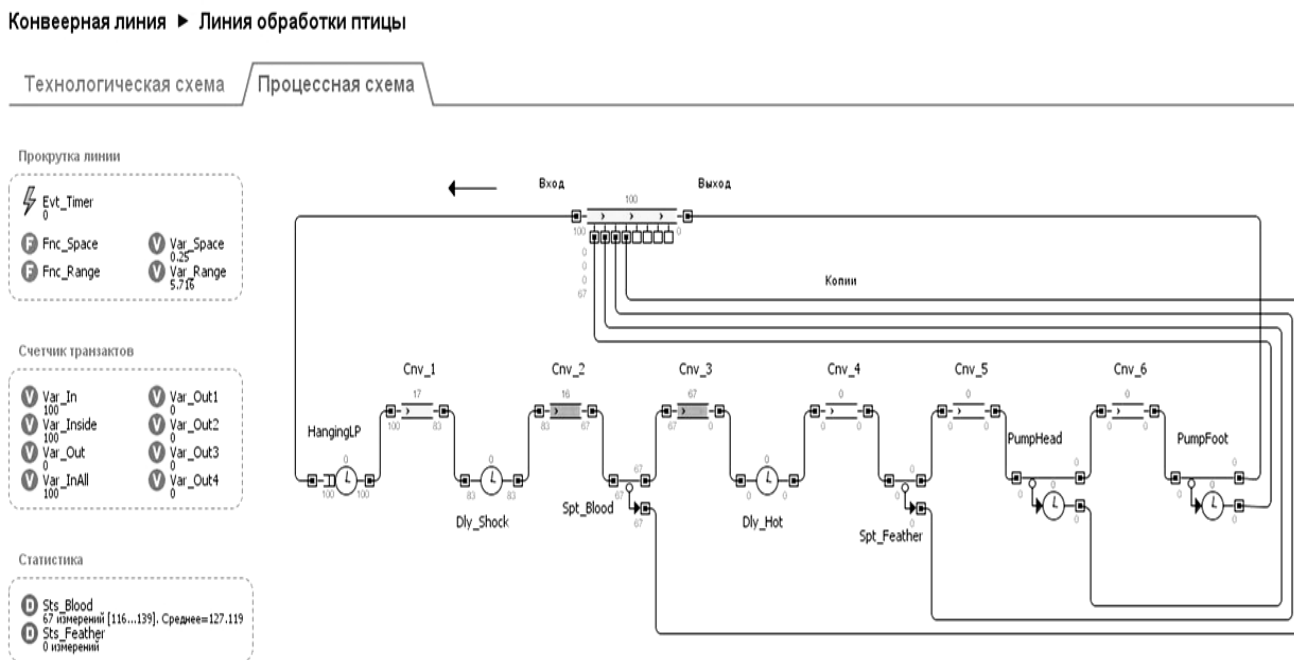


Рис. 2. Процессная схема линии обработки птицы

Из групп блоков были созданы подмодели выделенных этапов технологического процесса, представляющие: линии первичной обработки птицы; линии потрошения птицы; цеха приемки и упаковки субпродуктов; камеры воздушно-капельного охлаждения; калибровки, сортировки и упаковки цельных тушек птицы; цеха нарезки, приемки и упаковки продукции; морозильного склада.

Данные подмодели были объединены в общую модель работы всего комплекса по переработке мяса птицы.

Созданная модель описывает работу комплекса в реальном времени, с шагом моделирования в 1 секунду. При необходимости работа модели может быть ускорена или замедлена в несколько сотен раз. Это позволяет проследить работу комплекса во времени без необходимости проведения натурального эксперимента.

Все данные, обрабатываемые моделью, выводятся в виде статистической информации, которая является ключевым результатом моделирования и используется в дальнейшем для принятия решений и разрешения проблематики, которая стала причиной моделирования.

Следует отметить, что разработанная модель обладает набором варьируемых параметров, изменение которых позволяет оптимизировать работу модели и, следовательно, может быть применено при оптимизации работы комплекса по убою птицы. В основном подобными параметрами являлось количество рабочих на определенных технологических участках, пропускная способность которых сказывается на работе всего комплекса (например, навеска и перевеска птицы на конвейерную линию).

По результатам проведенных на базе созданной имитационной модели экспериментов были приняты оперативные управленческие решения, связанные с улучшением работы комплекса по переработке мяса птицы.

Таким образом, построенная имитационная модель позволяет:

- имитировать работу комплекса по переработке мяса птицы;
- выдавать информацию о состоянии работы комплекса на определенный момент времени;
- оценить примерные объемы продукции, проходящие конкретные технологические этапы обработки;
- найти простаивающие и наиболее загруженные этапы производственного процесса;
- оптимизировать расположение рабочих ресурсов на протяжении всего технологического процесса.

Разработка данной имитационной модели функционирования комплекса по переработке мяса птицы и ее внедрение в корпоративную информационную систему предприятия позволяет более обоснованно и своевременно решать задачи оперативного управления, заключающиеся в обеспечении слаженного и ритмичного хода всех производственных процессов, в организации согласованной работы всех подразделений предприятия для обеспечения равномерного, ритмичного выпуска продукции в установленных объемах и номенклатуре при полном и рациональном использовании имеющихся экономических и производственных ресурсов с целью наибольшего удовлетворения основных потребностей рынка, и максимизации получаемой прибыли [8, 11].

Дальнейшее развитие имитационной модели планируется за счет: увеличения количества и качества выводимой статистической информации, описывающей происходящие процессы для решения оперативных задач производства [8, 10, 11]; улучшения визуализации технологических процессов, что позволит более корректно выводить информацию о происходящих процессах; создания собственного инструментария по выводу оперативной статистики; разработки инструментария автоматического планирования, составления и обработки заявок на продукцию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Астанина Л.А. Имитационное моделирование в экономических исследованиях: современное состояние и технология применения. // Сборник научных трудов SWorld. 2013. Том 36. №3. С. 77-84.
2. Борщев А. В. Практическое агентное моделирование и его место в арсенале аналитика // Exponenta Pro, 2008. № 3–4. URL: <http://www.xjtek.ru/anylogic/articles/>
3. Замятина О.М. Моделирование систем: Учебное пособие. / О.М. Замятина – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 204 с.
4. Карпов Ю.Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5 (+CD). / Ю.Г. Карпов – СПб: БХВ-Питер, 2005. – 400с.
5. Кийкова Е.В., Лаврушина Е.Г. Имитационное моделирование экономических процессов учебное пособие: учебно-методическое пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Прикладная информатика (по областям)» и другим специальностям / Е. В. Кийкова, Е. Г. Лаврушина; М-во образования и науки Российской Федерации, Владивостокский гос. ун-т экономики и сервиса. Владивосток, 2007. – 125 с.
6. Коровин А.М. Анализ подходов и программного обеспечения для имитационного моделирования социальных и экономических систем. // Вестник ЮУрГУ. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. 2012. №35. С.98-100.
7. Лаврушина, Е.Г. Выбор пакета имитационного моделирования для описания производственных процессов в птицеводстве // Сборник научных трудов Sworld. 2011. Т. 9. № 2. С. 75-78.
8. Лаврушина Е.Г., Журавлев Н.А. Организация информационно-логистической системы управления в промышленном птицеводстве. // Сборник научных трудов Sworld. 2012. Т. 31. № 4. С. 21-26.
9. Лаврушина Е.Г. Имитационное моделирование как инструментарий описания бизнес - процессов. Интеллектуальный потенциал вызов - на развитие ДВ региона России и стран АТР. Материалы XIV международной научно-практической конференции. Владивосток, ВГУЭС. 2012. С.51-54
10. Лаврушина Е.Г. Проведение работ по автоматизации формирования оперативного плана выполнения заявок на готовую продукцию птицефабрики // Сборник научных трудов Sworld. 2012. Т. 25. № 2. С. 78-80.
11. Лаврушина Е.Г. Разработка имитационной модели работы убойного комплекса для совершенствования деятельности предприятия промышленного птицеводства / Е.Г. Лаврушина // Мир науки, культуры, образования. 2013. № 3 (40). С.405-408
12. Рассказова М.Н. Имитационное моделирование систем : учебное пособие / М. Н. Рассказова. – Омск: Омский государственный институт сервиса, 2010. – 80 с.

Рецензент: Кучерова Светлана Викторовна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математики и моделирования ФГБОУ ВПО «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса».

REFERENCES

1. Astanina L.A. Imitacionnoe modelirovanie v jekonomicheskikh issledovanijah: sovremennoe sostojanie i tehnologija primenenija. // Sbornik nauchnyh trudov SWorld. 2013. Tom 36. №3. S. 77-84.
2. Borshhev A. V. Prakticheskoe agentnoe modelirovanie i ego mesto v arsenale analitika // Exponenta Pro, 2008. № 3–4. URL: <http://www.xjtek.ru/anylogic/articles/>
3. Zamjatina O.M. Modelirovanie sistem: Uchebnoe posobie. / O.M. Zamjatina – Tomsk: Izd-vo TPU, 2009. – 204 s.
4. Karpov Ju.G. Imitacionnoe modelirovanie sistem. Vvedenie v modelirovanie s AnyLogic 5 (+CD). / Ju.G. Karpov – SPb: BHV-Piter, 2005. – 400s.
5. Kijkova E.V., Lavrushina E.G. Imitacionnoe modelirovanie jekonomicheskikh processov uchebnoe posobie: uchebno-metodicheskoe posobie dlja studentov vysshih uchebnyh zavedenij, obuchajushhihsja po special'nosti «Prikladnaja informatika (po oblastjam)» i drugim special'nostjam / E. V. Kijkova, E. G. Lavrushina; M-vo obrazovanija i nauki Rossijskoj Federacii, Vladivostokskij gos. un-t jekonomiki i servisa. Vladivostok, 2007. – 125 s.
6. Korovin A.M. Analiz podhodov i programmnoho obespechenija dlja imitacionnogo modelirovanija social'nyh i jekonomicheskikh sistem. // Vestnik JuUrGU. Serija: Komp'juternye tehnologii, upravlenie, radiojelektronika. 2012. №35. S.98-100.
7. Lavrushina, E.G. Vybor paketa imitacionnogo modelirovanija dlja opisaniya proizvodstvennyh processov v pticevodstve // Sbornik nauchnyh trudov SWorld. 2011. T. 9. № 2. S. 75-78.
8. Lavrushina E.G., Zhuravlev N.A. Organizacija informacionno-logisticheskoy sistemy upravlenija v promyshlennom pticevodstve. // Sbornik nauchnyh trudov SWorld. 2012. T. 31. № 4. S. 21-26.
9. Lavrushina E.G. Imitacionnoe modelirovanie kak instrumentarij opisaniya biznes - processov. Intellektual'nyj potencial vyzov - na razvitie DV regiona Rossii i stran ATR. Materialy XIV mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Vladivostok, VGUJeS. 2012. S.51-54
10. Lavrushina E.G. Provedenie rabot po avtomatizacii formirovanija operativnogo plana vypolnenija zajavok na gotovuju produkciju pticefabriki // Sbornik nauchnyh trudov SWorld. 2012. T. 25. № 2. S. 78-80.
11. Lavrushina E.G. Razrabotka imitacionnoj modeli raboty ubojnogo kompleksa dlja sovershenstvovanija dejatel'nosti predpriyatija promyshlennogo pticevodstva / E.G. Lavrushina // Mir nauki, kul'tury, obrazovanija. 2013. № 3 (40). S.405-408
12. Rasskazova M.N. Imitacionnoe modelirovanie sistem : uchebnoe posobie / M. N. Rasskazova. – Omsk: Omskij gosudarstvennyj institut servisa, 2010. – 80 s.