

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА

Горожанина Е.И., Горобец Е.А.

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, Самара, РФ

E-mail: liza.gorobets@mail.ru

Статья посвящена рассмотрению бизнес-процесса «Производство продукции» деревообрабатывающего завода для построения на его основе имитационной модели. Это направление предприятия требует анализа с целью прогнозирования времени выполнения производства продукции, увеличения выпуска продукции в единицу времени, а также повышения значения использования оборудования. Для каждого процесса выделены случайные величины. Была построена имитационная модель в среде моделирования AnyLogic с помощью библиотеки Enterprise Library. Оптимизационный эксперимент с разработанной моделью предприятия позволил изучить поведение модели при заданных условиях. На основании проведенного имитационного моделирования были выявлены «слабые» места предприятия, из-за которых увеличивается время выполнения заказа и уменьшается количество выпускаемой продукции. Сделан вывод о целесообразности введения контроля качества продукции на выходе каждой производственной фазы (лущение и сушка, прессование, обработка), что даст возможность сократить процент некачественной продукции на выходе процесса.

Ключевые слова: имитационное моделирование, производственный процесс, случайная величина, среда имитационного моделирования AnyLogic, моделирующий алгоритм

Введение

В настоящее время при исследовании процессов и производственных систем довольно широко применяется имитационное моделирование [1]. Оно позволяет имитировать поведение системы во времени, поведение тех объектов, реальные эксперименты с которыми дороги, невозможны или опасны.

Объектом исследования является деревообрабатывающий завод, а именно бизнес-процесс «Производство продукции». Требуется построить имитационную модель предприятия, производственный процесс которого состоит из трех взаимосвязанных фаз (подпроцессов) [2].

Цель имитационного моделирования – прогнозирование времени выполнения производства продукции, что позволяет увеличить выпуск продукции в единицу времени, а также повысить коэффициент использования оборудования.

Анализ бизнес-процесса

Одним из основных бизнес-процессов деревообрабатывающего предприятия является процесс «Производство продукции» (см. рисунок 1) [3]. Это направление предприятия требует анализа с целью прогнозирования времени выполнения производства продукции, увеличения выпуска продукции в единицу времени, а также повышения значения использования оборудования. Для каждого процесса выделены случайные величины (СВ).

Бизнес-процесс начинается с поступления заявки. Время между этими заявками случайно (СВ1), так как время появления следующего

клиента предсказать достаточно сложно. Каждый новый клиент попадает в отдел продаж, где совместно с работниками предприятия выясняются требования клиента. Если стороны находят взаимовыгодные условия, то составляется договор, содержащий данные о заказе, который затем передается в плановый отдел. Если же условия выполнения заказа клиента не устраивают, он покидает предприятие необслуженным. Здесь случайна длительность оформления заказа (СВ2), так как в зависимости от индивидуальных условий оно может сильно варьироваться.

Далее плановым отделом выполняется планирование используемых ресурсов и производственных мощностей, составляется производственный план. Случайная величина процесса – длительность планирования производства (СВ3). Далее, используя производственный план, начальник производства распределяет работу по цехам [4].

После принятия распределенной работы начальник участка приемки подготавливает сырье и материалы для производства.

Длительность процесса подготовки сырья является случайной величиной (СВ4). На этом этапе необходимо также учитывать случайную величину количества нехватки сырья или материалов (СВ5). Здесь возможно увеличение длительности выполнения заказа, поскольку необходимо затрачивать дополнительное время на закупку.

Готовое сырье и материалы отправляются в цех № 1 на лущение и сушку (первая фаза производственного процесса). Здесь необходимо учитывать две случайные величины: неисправность оборудования в цехе (СВ6) и длительность технологического процесса (СВ7).

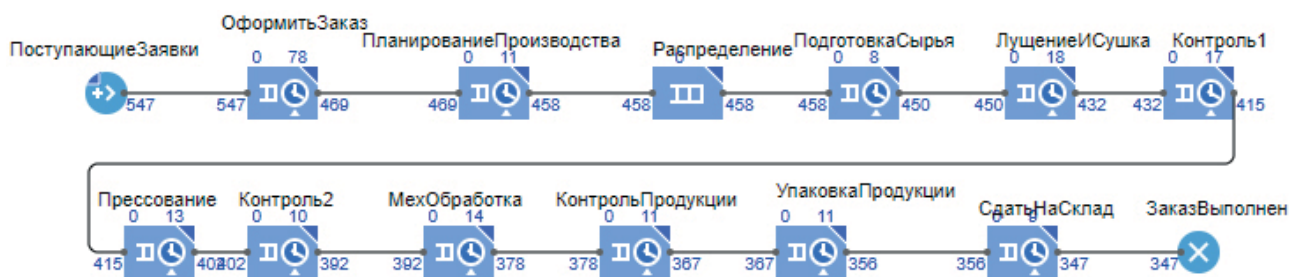


Рисунок 2. Реализация алгоритма в среде AnyLogic

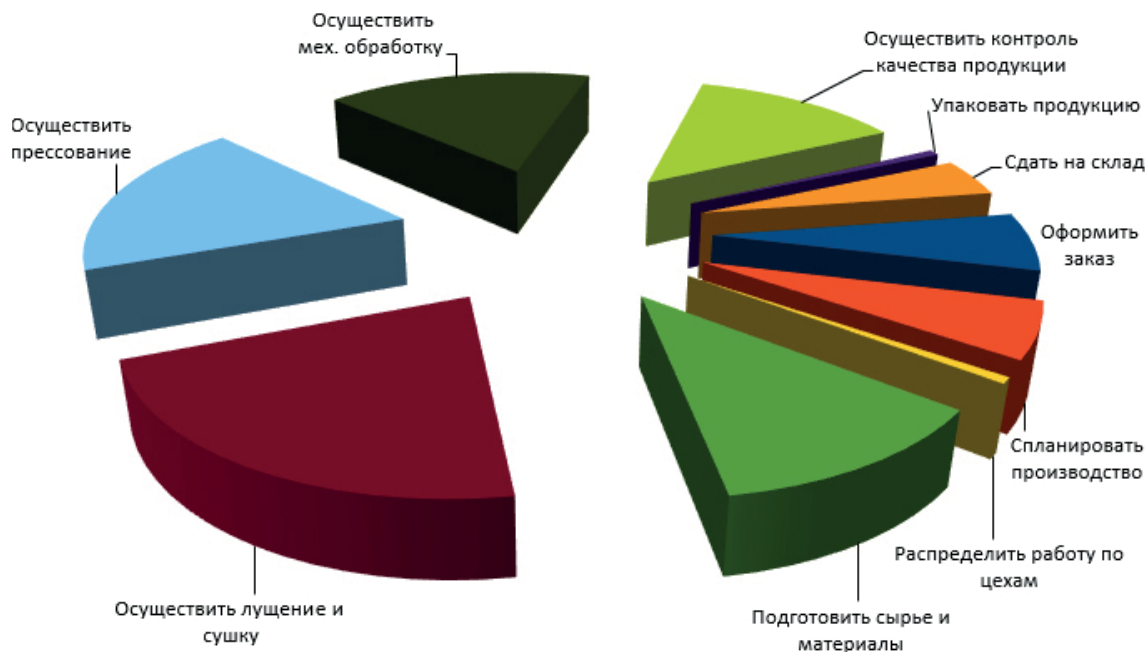


Рисунок 3. Структура времени выполнения заказа на предприятии

После сушки готовые блоки без проверки на качество отправляются в цех № 2 на прессование (вторая фаза производственного процесса). Случайные величины подпроцесса: длительность прессования (CB8) и загруженность цеха (CB9).

Прессованный шпон отправляют в цех № 3 (третья фаза производственного процесса) на механическую обработку. Длительность обработки является случайной величиной (CB10).

Затем начальником цехов осуществляется контроль качества продукции. Если продукция не проходит контроль, ее возвращают обратно на этап подготовки сырья.

На проверку продукции затрачивается значительное время, появляется случайная величина длительности проверки продукции (CB11), а также количества присутствия брака (CB12).

В свою очередь, продукция, прошедшая контроль, отправляется в отдел фасовки на упаковку, а затем он отправляет всю продукцию на склад, где ее принимает отдел снабжения (случайная величина – длительность сдачи на склад (CB13). Заказ считается выполненным.

Алгоритм исследуемого процесса можно представить в виде блок-схемы, содержащей типовые функциональные объекты библиотеки AnyLogic [5]. Реализация разработанного алгоритма модели с помощью объектов встроенной библиотеки Enterprise Library осуществляется путем запуска модели (см. рисунок 2).

На основании проведенного моделирования процесса производства продукции можно сделать вывод, что большую проблему в процессе создают три поочередно работающих производственных цеха: цех № 1 – лущение и сушка, цех № 2 – прессование и цех № 3 – обработка, которые затормаживают процесс производства (см. рисунок 3).

Разработка рекомендаций по повышению эффективности бизнес-процесса

Оптимизационный эксперимент с разработанной моделью предприятия позволяет изучить поведение модели при заданных условиях или улучшить производительность модели, найдя ва-

рианты решения проблемы, при которых достигается наилучший результат работы модели. Для этого используется возможность оптимизации модели AnyLogic.

Оптимизация модели AnyLogic заключается в автоматическом последовательном выполнении нескольких прогонов модели с различными вариантами наилучших условий. Руководством предприятия рассматривается вариант повышения качества деятельности предприятия при условии, что на каждом цехе после изготовления деталей должен проводиться контроль качества, а только потом заготовки будут отправляться в другой цех.

Любые дефекты, выявленные в процессе производства на этапе контроля качества, безусловно, являются огромными потерями, которые приводят к дополнительным затратам на доработку или утилизацию брака. Исходя из этого, наглядно можно увидеть, что при постановке на выходе каждой производственной фазы контроля качества время выполнения заказа снижается, увеличивается количество качественной выпускаемой продукции.

В качестве рекомендаций по повышению эффективности бизнес-процесса предлагается оптимально организовать производство с учетом транспортировок, сокращая расстояния любых перевозок. Поскольку данное производственное предприятие сталкивается с необходимостью перемещения продукции между операциями, каждый процесс перемещения требует затрат времени, электроэнергии, топлива и других ресурсов.

Литература

1. Новые информационные технологии: подготовка кадров и обучение персонала. Ч. 2. Имитационное моделирование и управление бизнес-процессами в инфокоммуникациях / Э.М. Димов [и др.]. Самара: СамНЦ РАН, 2008. 350 с.

2. Димов Э.М., Богданова Е.А. Имитационное моделирование бизнес-процессов компании: методическое пособие к курсовой работе для студентов специальности 080801 (прикладная информатика в экономике). Самара: ПГАТИ, 2007. 31 с.
3. Горожанина Е.И., Горобец Е.А. Анализ результатов имитационного моделирования производственного процесса // Татищевские чтения: актуальные проблемы науки и практики: материалы XVII Международной науч.-практ. конф. Тольятти. 2020. Т. 3. С. 28–30.
4. Димов Э.М., Павлова Н.И. Изучение законов распределения случайных величин на основе обработки статистических данных на персональных ЭВМ: методическое руководство. Самара: СГЭА, 1995. 34 с.
5. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие для вузов. М.: Высшая школа, 2000. 479 с.
6. Дубровин А.С., Семенов М.Е. Имитационное моделирование случайных факторов: методические указания к практическим занятиям по курсу «Имитационное моделирование экономических процессов». Воронеж, 2005. 32 с.
7. Строгалев В.П., Толкачева И.О. Имитационное моделирование. М.: МГТУ им. Баумана, 2008. 67 с.
8. Лоу А., Кельтон В. Имитационное моделирование и анализ. СПб.: Питер, 2004. 848 с.
9. Рыжиков Ю.И. Имитационное моделирование. Теория и технологии. М.: Альтекс-А, 2004. 384 с.
10. Горожанина Е.И., Горобец Е.А. Имитационное моделирование производственного процесса // XXVII Российская научная конференция профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов. Самара. 2020. С. 237–238.

Получено 09.09.2020

Горожанина Евгения Ивановна, к.т.н., доцент кафедры прикладной информатики Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики (ПГУТИ). 443010, Российская Федерация, г. Самара, ул. Л. Толстого, 23. Тел. +7 927 007-31-71. E-mail: zhdanova63@gmail.com

Горобец Елизавета Александровна, студент ПГУТИ. 443010, Российская Федерация, г. Самара, ул. Л. Толстого, 23. Тел. +7 937 793-11-51. E-mail: liza.gorobets@mail.ru

SIMULATION OF THE PRODUCTION PROCESS

Gorozhanina E.I., Gorobets E.A.

Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics, Samara, Russian Federation

E-mail: liza.gorobets@mail.ru

The article analyzes the “Production” business process of a woodworking plant to build a simulation model based on it. This direction of the enterprise requires analysis in order to predict the lead time of production, increase the output per unit of time, as well as increase the equipment usage value. For each process, random variables are allocated. A simulation model was built in the AnyLogic modeling environment using the Enterprise Library. An optimization experiment with a developed enterprise model made it possible to study the behavior of the model under given conditions. On the basis of the conducted simulation, the “weak” points of the enterprise were identified, due to which the lead time increases and the number of products decreases. It is concluded, it is advisable to introduce quality control of products at the exit of each production phase (peeling and drying, pressing, processing), which will reduce the percentage of low-quality products at the exit of the process.

Keywords: *simulation, business process, random variable, AnyLogic, modeling algorithm*

DOI: 10.18469/ikt.2020.18.4.15

Gorozhanina Evgeniya Ivanovna, Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics, 23, L. Tolstoy Street, Samara, 443010, Russian Federation; Associated Professor of Applied Informatics Department, PhD in Technical Science. Tel. +7 927 007-31-71. E-mail: zhdanova63@gmail.com

Gorobets Elizaveta Aleksandrovna, Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics, 23, L. Tolstoy Street, Samara, 443010, Russian Federation; Student of Applied Informatics Department. Tel. +7 937 793-11-51. E-mail: liza.gorobets@mail.ru

References

1. Dimov E.M. et al. *New Information Technologies: Personnel Training and Personnel Training. Part 2. Simulation and Management of Business Processes in Infocommunications*. Samara: SamNTs RAN, 2008, 350 p. (In Russ.)
2. Dimov E.M., Bogdanova E.A. *Simulation of the Company's Business Processes: A Methodological Guide to Coursework for Students of the Specialty 080801 (Applied Informatics in Economics)*. Samara: PGATI, 2007, 31 p. (In Russ.)
3. Gorozhanina E.I., Gorobets E.A. Analysis of the results of simulation of the production process. *Tatischevskie chtenija: aktual'nye problemy nauki i praktiki: materialy XVII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferentsii, Tol'jatti, 2020, vol. 3, pp. 28–30*. (In Russ.)
4. Dimov E.M., Pavlova N.I. *Study of the Laws of Distribution of Random Variables Based on the Processing of Statistical Data on Personal Computers: A Methodological Guide*. Samara: SGEA, 1995, 34 p. (In Russ.)
5. Gmurman V.E. *Probability Theory and Mathematical Statistics: A Textbook for Universities*. Moscow: Vysshaja shkola, 2000, 479 p. (In Russ.)
6. Dubrovin A.S., Semenov M.E. *Simulation of Random Factors: Guidelines for Practical Training in the Course «Simulation of economic processes»*. Voronezh, 2005, 32 p.
7. Strogalev V.P., Tolkacheva I.O. *Simulation Modeling*. Moscow: MGTU im. Baumana, 2008, 67 p. (In Russ.)
8. Lou A., Kel'ton V. *Simulation and Analysis*. Saint Petersburg: Piter, 2004, 848 p. (In Russ.)
9. Ryzhikov Yu.I. *Simulation Modeling. Theory and Technology*. Moscow: Al'teks-A, 2004, 384 p. (In Russ.)
10. Gorozhanina E.I., Gorobets E.A. Simulation of the production process. *XXVII Rossijskaja nauchnaja konferentsija professorsko-prepodavatel'skogo sostava, nauchnyh sotrudnikov i aspirantov*, Samara, 2020, pp. 237–238. (In Russ.)

Received 09.09.2020