

УДК 004.02

DOI: 10.22213/2410-9304-2022-4-64-71

Имитационное моделирование процессов управления

М. И. Грачев, Санкт-Петербургский университет МВД России,
Санкт-Петербург, Россия

В современном мире происходит повсеместное внедрение информационных технологий в процессы жизнедеятельности человека. Информационно-телекоммуникационные технологии внедряются как на предприятия, затрагивая технологические производства в целом, так и в образовательные учреждения. В связи с большим количеством предлагаемых программных и аппаратных решений вопрос о приобретении и использовании необходимого продукта, улучшающего показатели как производства, так и, например, учебного процесса в высшем учебном заведении, остается актуальной задачей для руководителя организации. В связи с решением данной задачи в статье предложено использовать имитационное моделирование как перспективный проект, решающий актуальные проблемные задачи моделирования организационных систем и других сфер деятельности человека. В связи с такой постановкой вопроса в статье приводится пример на основе реализованной обобщенной имитационной модели функционирования системы управления высшим учебным заведением. Применение и использование имитационного моделирования позволяет выявлять на раннем этапе проблемные вопросы и разрешать их с целью получения лучших результатов как на производстве, так и в функционировании образовательными процессами в учебном заведении, и это подтверждает актуальность настоящей статьи. Рассмотрен процесс моделирования обобщенной имитационной модели системы управления на примере системы управления высшего учебного заведения. Примененный агентный подход к построению взаимодействия подразделений исследуемой системы был сформирован через решение задач управления, генератор угроз, задействование ресурсов с целью достижения наилучших характеристик по управлению требуемым объектом.

Предложенная имитационная модель обладает большой наглядностью и может быть как предложена к внедрению в другие учебные заведения, так и в дальнейшем усложнена и переработана для использования на других производствах.

Ключевые слова: имитационное моделирование, обобщенная модель, AnyLogic, образовательное учреждение, система управления, модель.

Введение

Вопросы по качественному управлению как технологическими процессами предприятия, так и системой управления высшего учебного заведения всегда остаются актуальной задачей для лица, возглавляющего данное направление.

Целью данной публикации является представление обобщенной имитационной модели функционирования системы управления учебным заведением как примера реализации имитационного моделирования в требуемой системе управления. Внедрение информационных технологий в деятельность предприятий и учебных заведений является в настоящее время актуальной задачей. Для руководителя учреждения как лица, принимающего решения (ЛПР), из всех предлагаемых услуг нужно выбрать наиболее нужные. Также построить и работу предприятия так, чтобы оно отвечало требованиям современности.

Для рассмотрения процессов функционирования системы управления можно применять имитационное моделирование на базе про-

граммного обеспечения AnyLogic, способного моделировать процессы, протекающие в учебном заведении.

Применение имитационного моделирования для исследования требуемой системы управления

Рассмотрение имитационного моделирования процессов управления необходимо начинать с рассмотрения данного вопроса в публикуемой литературе. Проблемы, связанные с математическим моделированием и с применением программных методов исследования, рассматривали такие русские и зарубежные ученые, как М. Робсон, Ф. Уллах [1]; М. Хаммер, Д. Чампи [2]; А. В. Качалов [3, 4]; В. Ф. Корольков [5]; В. А. Садовничев, А. А. Акаев, А. В. Коротаев, С. Ю. Малков [6]; А. К. Гуц, В. В. Коробицын, А. А. Лаптев [7, 8]; А. Н. Колмогоров [9]; О. И. Ларичева [10]; А. В. Колесников, Г. Г. Малинецкий, С. Н. Сиренко [11]; А. И. Орлов [12]; А. А. Самарский, А. П. Михайлов [13]; Дж. Форрестер [14]; Г. Х. Гуд, Р. Э. Макол [15]; Б. А. Резников, В. Н. Калинин [16, 17],

Ю. Г. Ростовцев [18]; Б. Андерсен [19]; Е. У. Деминг [20]; В. В. Ефимов [21]; В. В. Репин, В. Г. Елиферов [22] и другие авторы.

В работах российского ученого, члена-корреспондента РАН Д. А. Новикова предлагается рассматривать и изучать социальные и экономические системы (СЭС) в виде следующей последовательности, представленной на рис. 1 [23–25].

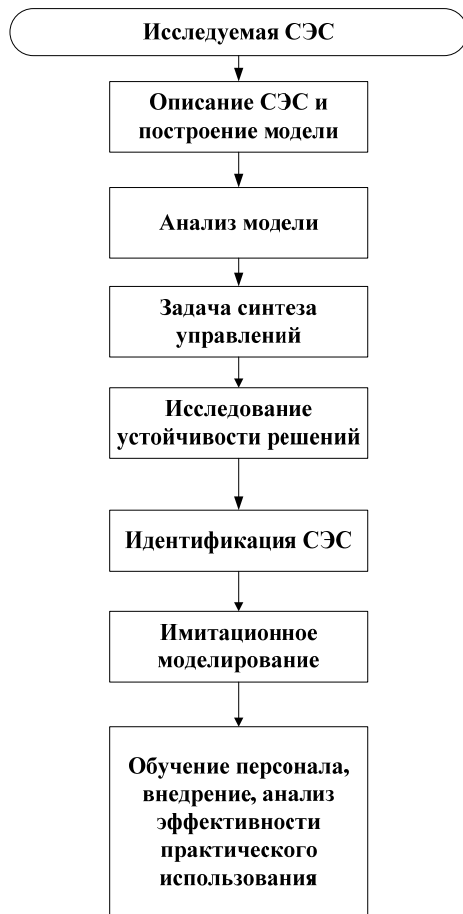


Рис. 1. Последовательность проводимого исследования СЭС

Fig. 1. The sequence of the conducted SES study

На рис. 1 отражена следующая последовательность: рассматриваемая система описывается и ведется ее графическое построение, анализ, решается задача синтеза исследуемых управлений, проводятся исследования устойчивости принимаемых управленческих решений, идентификация СЭС, **имитационное моделирование рассматриваемой системы**, заключительным этапом проходит обучение персонала, внедрение, анализ эффективности практического использования полученных результатов.

Российский ученый, член-корреспондент РАН Д. А. Новиков описывает СЭС учебное

заведение в виде совокупности подразделений, в него входящих, отвечающих за финансовое обеспечение, тыловое обеспечение и прочие условия управленческой деятельности, которые можно представить в виде рис. 2.



Рис. 2. Условия управленческой деятельности ЛПР

Fig. 2. Conditions of LPR management activity

В общем случае для любой СЭС управление в настоящее время осуществляется с применением средств автоматизации, при этом основными этапами при организации деятельности управления являются этапы планирования, учета, контроля и оперативного регулирования (управления) СЭС [26].

Для достижения целей функционирования системы наибольшее значение имеет анализ выполнения основных функций в процессе управления. Таким образом, для исследования системы целесообразно рассмотреть функциональную модель системы управления вузом, отражающую основные, обобщенные функции управления [27].

Построение функциональной модели будем проводить на основе технологии !DEF0 с использованием пакета CA AllFusion Process Modeller [28–35].

Использование данной технологии предполагает декомпозицию функций, начиная с изучаемой модели [36], которая была представлена на рис. 3.

Рассматриваемая модель определяет основную функцию управления высшим учебным заведением (вузом).

Из рис. 3 мы видим, что в исследуемой системе были отражены следующие элементы: законодательство РФ, государственные стандарты, внутренние документы вуза, входящие документы (корреспонденция и другие приказы и распоряжения), переменный состав, постоянный состав, информационная система, органы управления вузом, кафедры вуза.

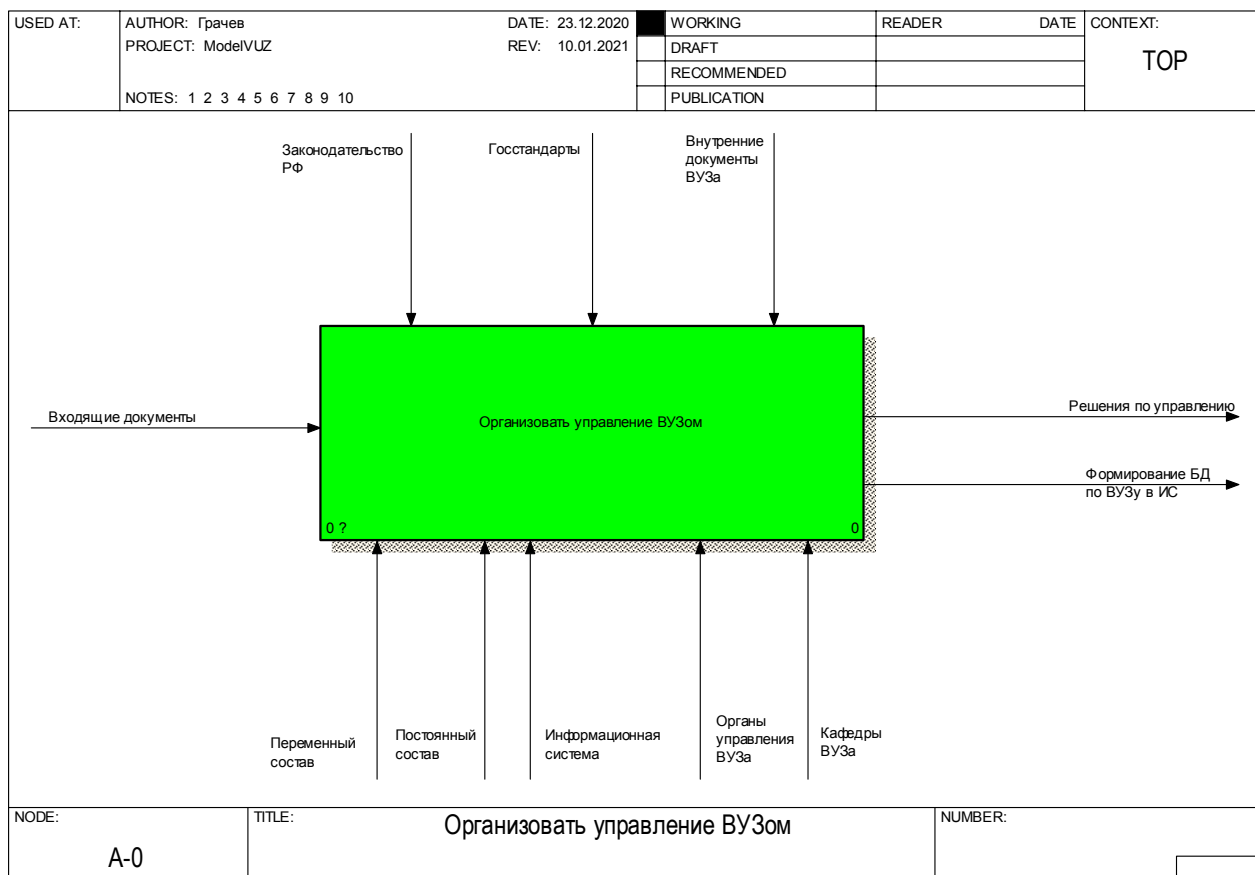


Рис. 3. Рассматриваемая модель системы управления

Fig. 3. The considered model of the control system

Как итог, ЛПР формировалась база данных по рассматриваемой системе и вырабатывалось решение по дальнейшему задействованию подразделений, входящих в состав вуза и его ресурсов. В связи с тем что все характеристики системы рассмотреть невозможно, было принято решение о создании обобщенной имитационной модели функционирования системы управления высшим учебным заведением [37].

При декомпозиции рассматриваемой модели мы представим основные функции, выполняемые вузом при решении возложенных на него задач. Обобщенные вопросы управления отражены на рис. 4.

На рис. 4 обобщенной модели организации управления вузом отражается разработанный общий вариант взаимодействия подразделений вуза: по организации и обеспечению приема в вуз, по обеспечению образовательного процесса материально-техническими ресурсами, по анализу соответствия вуза требованиям законодательства, по принятию решения по управлению подразделениями, по подготовке предложений для принятия решений по управлению самого вуза.

Вариант данного представления системы управления заключается в нахождении и применении единой отдельной функции, направленной на использование сервисов СЭС и решение различных задач управления. Это необходимо для выявления как возможностей проведения автоматизации различных этапов деятельности подразделений вуза, так и последующего обоснования принимаемого решения, поскольку данная постановка вопроса может иметь непосредственное влияние на оперативность принимаемых решений.

Рассматриваемые блоки могут быть как рассмотрены в комплексе взаимодействия с другими на рис. 3, так и представлены каждый отдельно для нахождения более детальной информации по взаимодействию с другими подразделениями вуза и проводимыми работами. Поскольку в рассматриваемой модели важен анализ функционирования рассматриваемой системы для отражения отдельных компонентов, был применен агентный подход.

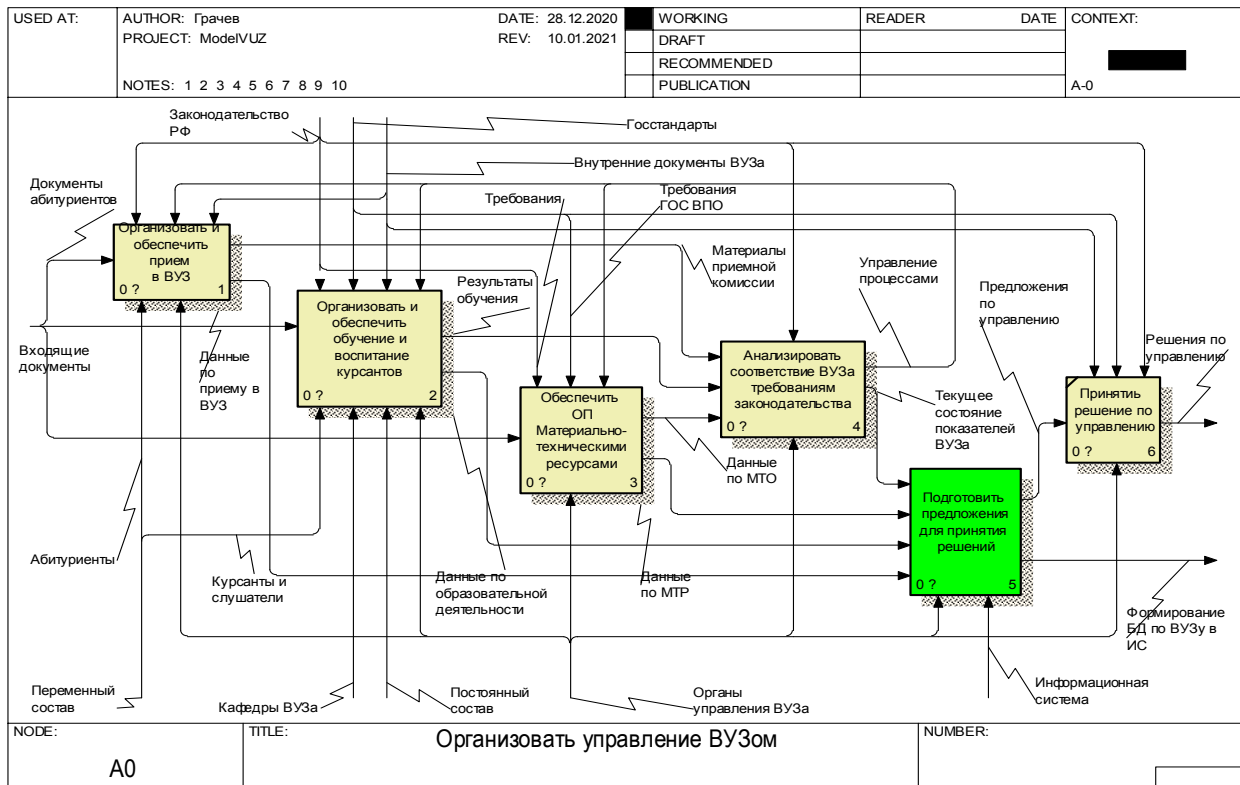


Рис. 4. Обобщенная модель организации управления вузом

Fig. 4. Generalized model of university management organization

В виде агентов использовались входящие документы, управление приемом в вуз, образовательным процессом, материально-техническим обеспечением образовательного процесса, анализ текущего состояния системы управления вуза, подготовка рекомендаций для принятия решений, принятие решений, генератор отказов, анализ угроз, устранение угроз, очереди, элементы переключения и другие подэлементы.

Созданная имитационная модель позволяет проводить эксперименты двух типов в виде простого эксперимента, проводящего одну реализацию поступающих потоков входных данных и статистического эксперимента, позволяющего получить оценки параметров по заданному количеству реализаций методом Монте-Карло [36].

Выводы

Согласно работам члена-корреспондента РАН Д. А. Новикова было предложено применить имитационное моделирование для проведения исследования СЭС для дальнейшего улучшения характеристик исследуемой системы.

После проведения исследования получены данные, указывающие, что для заданного уровня значимости в 0,05 можно с вероятностью 0,95 утверждать, что результаты использования

резервов как кадровых, так и технических в выявлении и устранении угроз существенно влияют на параметры функционирования системы управления вузом.

Полученная путем проведения исследования обобщенная имитационная модель функционирования системы управления высшим учебным заведением показывает параметры с учетом влияния на нее угроз, позволяет получать необходимые расчетные данные для дальнейшей корректировки управленческих решений по задействованию имеющихся ресурсов у ЛПР.

На примере созданной имитационной модели по управлению вузом можно создать аналогичную модель по управлению технологическими процессами на предприятии и производить управление ими.

Библиографические ссылки

1. Робсон М., Уллах Ф. Р. Практическое руководство по реинжинирингу бизнес-процессов / пер. с англ. под ред. Н. Д. Эриашвили. М. : Аудит, ЮНИТИ, 1997. 224 с.

2. Хаммер М., Чампи Дж. Реинжиниринг корпорации: Манифест революции в бизнесе / пер. с англ. СПб. : Изд-во С.-Петербургского университета, 1997. 332 с.

3. Качалов В. А. Системы менеджмента качества. ISO 9001:2008 в комментариях и задачах : монография. В 2 т. М. : ИздАТ, 2011. 22 с.
4. Качалов В. А. Что же должно содержаться в процедурах системы менеджмента качества // Методы менеджмента качества. 2011. № 5. С. 26–30.
5. Корольков В. Ф., Брагин В. В. Процессы управления организацией. Ярославль : Изд-во Яртелекома, 2001. 420 с.
6. Моделирование и прогнозирование мировой динамики / В. А. Садовничий, А. А. Акаев, А. В. Коротаев, С. Ю. Малков; Российская академия наук, Институт социально-политических исследований, Научный совет по программе фундаментальных исследований Президиума РАН «Экономика и социология знания». М. : Институт социально-политических исследований РАН, 2012. 356 с. (Экономика и социология знания). ISBN 9785755604567.
7. Математические модели социальных систем / А. К. Гуц, В. В. Коробицын, А. А. Лаптев [и др.]. Омск : Омский государственный университет им. Ф. М. Достоевского, 2000. 256 с.
8. Лаптев А. А. Математическое моделирование социальных процессов // Математические структуры и моделирование. 1999. № 3. С. 109–124.
9. Колмогоров А. Н. Теория вероятностей и математическая статистика / А. Н. Колмогоров; отв. ред. Ю. В. Прохоров; [АН СССР, Отд-е математики]. М. : Наука, 1986. 534 с.
10. Ларичев О. И. Теория и методы принятия решений, а также Хроника событий в Волшебных странах : учебник для студентов высших учебных заведений. Изд. 3-е изд., перераб. и доп. М. : Логос, 2008. (Новая университетская библиотека). ISBN 9785987041325.
11. Цифровая реальность: Выбор будущего / А. В. Колесников, Г. Г. Малинецкий, С. Н. Сиренко // Проектирование будущего. Проблемы цифровой реальности. 2021. № 1 (4). С. 6–30. DOI 10.20948/future-2021-1.
12. Орлов А. И. Нечисловая статистика. М. : МЗ-Пресс, 2004. 513 с. (Статистические методы).
13. Самарский, А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. М. : ФИЗМАТЛИТ, 2005. 320 с. ISBN 592210120X.
14. Форрестер Д. В. Мировая динамика / пер. с англ. А. Н. Ворошука, С. А. Пегова ; под ред. Д. М. Гвишиани, Н. Н. Моисеева; с предисл. Д. М. Гвишиани и послесл. Н. Н. Моисеева. М. : Наука, 1978. 167 с.
15. Гуд Г. Х., Макол Р. Э. Системотехника: Введение в проектирование больших систем / пер. с англ. К. Н. Трофимова [и др.] ; под ред. Г. Н. Поварова. М. : Сов. радио, 1962. 383 с.
16. Резников Б. А. Системный анализ и методы системотехники. Часть 1: Методология системных исследований. Моделирование сложных систем. М. : МО СССР, 1990. 522 с.
17. Калинин В. Н., Резников Б. А. Теория систем и управления (структурно-математический подход). Л. : ВИКИ им. А. Ф. Можайского, 1978. 417 с.
18. Ростовец Ю. Г. Задачи знакового моделирования. Ч. 1. Методологические аспекты знакового моделирования. СПб. : ВИКА им. А.Ф. Можайского, 1996.
19. Андерсен Б. Бизнес-процессы. Инструменты совершенствования / [пер. с англ. С. В. Ариничева]. 2-е изд. М. : Стандарты и качество, 2004. 271 с. (Практический менеджмент). ISBN 5949380231.
20. Деминг Э. У. Выход из кризиса. Новая парадигма управления людьми, системами и процессами. М. : Альпина Паблишер, 2014. 416 с.
21. Ефимов В. В. Описание и улучшение бизнес-процессов: учебное пособие / Федеральное агентство по образованию, Ульяновский гос. технический ун-т. Ульяновск : УлГТУ, 2005. 84 с.
22. Ретин В. В., Елиферов В. Г. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. 4-е изд. Москва : Стандарты и качество, 2006. 404 с. (Практический менеджмент). ISBN 5949380401.
23. Новиков Д. А. Структура теории управления социально-экономическими системами // Управление большими системами : сборник трудов. 2009. № 24. С. 216–258.
24. Новиков Д. А. Введение в теорию управления образовательными системами. М. : Эгвес, 2009. 156 с.
25. Новиков Д. А. Теория управления образовательными системами: учебно-методическое пособие для слушателей институтов и факультетов повышения квалификации, студентов, аспирантов, преподавателей и других профессионально-педагогических работников / Российская акад. наук, Ин-т проблем упр. М. : Нар. образование, 2009. 451 с. ISBN 9785879532609.
26. Фридман А. Я., Фридман О. В. Теория принятия решений : учеб. пособие. Апатиты, КФ ПетрГУ, 2007. 160 с.
27. Грачев М. И., Бурлов В. Г. Математическое моделирование в социальных и экономических системах // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2021. Т. 15. № 5. С. 38–45. DOI 10.36724/2072-8735-2021-15-5-38-45.
28. Горбаченко В. И., Убиенных Г. Ф., Бобрышева Г. В. Г67 Создание функциональной модели информационной системы с помощью CASE-средства CAerwin Process Modeler 7.3. Пенза : ПГУ, 2010. 66 с.
29. Боев В. Д. Об адекватности систем имитационного моделирования GPSS World и AnyLogic // Прикладная информатика. 2011. № 4 (34). С. 30–40.
30. Боев В. Д. Компьютерное моделирование в среде Anylogic : учеб. пособие. 1-е изд. М. : Юрайт, 2020. 1 с. (Профессиональное образование). ISBN 9785534050349.
31. Боев В. Д. Моделирование в среде Anylogic : учеб. пособие. 1-е изд. М. : Юрайт, 2020. 1 с. (Высшее образование). ISBN 9785534025606.
32. Боев В. Д. Имитационное моделирование систем : учеб. пособие. 1-е изд. М. : Юрайт, 2020. 1 с. (Высшее образование). ISBN 9785534047349.

33. Батоврин В. К. Толковый словарь по системной и программной инженерии. М. : ДМК Пресс, 2012. 280 с.

34. Горбаченко В. И., Убиенных Г. Ф., Бобрышева Г. В. Создание функциональной модели информационной системы с помощью CASE-средства CA ERwin Process Modeler 7.3. Пенза: ПГУ, 2010. 66 с.

35. Пакет имитационного моделирования Anylogic (версия 7.0.1). Руководство пользователя.

36. Имитационная модель управления образовательной организацией высшего образования / М. И. Грачев, В. Г. Бурлов, О. Е. Чудаков, А. И. Примакин // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2021. Т. 10, № 1 (53). С. 57–62. DOI 10.46548/21vek-2021-1053-0010.

37. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021614433 Российская Федерация. Обобщенная имитационная модель функционирования системы управления высшим учебным заведением : № 2021611990 : заявл. 16.02.2021 : опубл. 24.03.2021 / М. И. Грачев, В. Г. Бурлов, И. С. Захаров, О. Е. Чудаков.

References

1. Robson M., Ullah F.R. *Prakticheskoe rukovodstvo po reinzhiniringu biznes-protsessov* [Practical guide to business process reengineering]. Translated from English. Edited by N. D. Eriashvili. Moscow: Audit, UNITY, 1997. 224 p. (in Russ.).

2. Hammer M., Champi J. *Reinzhiniring korporatsii: Manifest revolutsii v biznese* [Reengineering of the corporation: Manifesto of the revolution in business] / Translated from English. St. Petersburg: Publishing House of St. Petersburg University, 1997. 332 p. (in Russ.).

3. Kachalov V.A. *Sistemy menedzhmenta kachestva. ISO 9001:2008 v kommentariyakh i zadachakh* [Quality management systems. ISO 9001:2008 in comments and tasks: monograph]. Moscow: IzdAT, 2011. 22 p. (in Russ.).

4. Kachalov V.A. [What should be contained in the procedures of the quality management system]. *Methods of quality management*. 2011. No. 5. Pp. 26-30 (in Russ.).

5. Korolkov V.F., Bragin V.V. *Protsessy upravleniya organizatsiei* [Processes of organization management]. Yaroslavl: publishing house of Yartelecom, 2001. 420 p. (in Russ.).

6. Sadovnichy V.A., Akaev A.A., Korotaev A.V., Malkov S.Yu. *Modelirovanie i prognozirovanie mirovoi dinamiki* [Modeling and forecasting of world dynamics]. Moscow : Institute of Socio-Political Studies of the Russian Academy of Sciences, 2012. 356 p. (Economics and Sociology of Knowledge). ISBN 9785755604567 (in Russ.).

7. Gut A.K., Korobitsyn V.V., Laptev A.A. [et al.]. *Matematicheskie modeli sotsial'nykh sistem* [Mathematical models of social systems]. Omsk : Omsk State University named after F.M. Dostoevsky, 2000. 256 p. (in Russ.).

8. Laptev A.A. [Mathematical modeling of social processes]. *Mathematical structures and modeling*. 1999. No. 3. Pp. 109-124 (in Russ.).

9. Kolmogorov A. N. *Teoriya veroyatnostei i matematicheskaya statistika* [Probability theory and Mathematical Statistics] / A. N. Kolmogorov; Ed. Yu. V. Prokhorov; [USSR Academy of Sciences, Department of Mathematics]. Moscow: Nauka Publ., 1986. 534 p. (in Russ.).

10. Larichev O.I. *Teoriya i metody prinyatiya reshenii, a takzhe Khronika sobytii v Volshebnykh stranakh* [Theory and methods of decision-making, as well as a chronicle of events in Magical countries: a textbook for students of higher educational institutions]. Ed. 3rd ed., reprint. and add. Moscow: Logos, 2008. (New University Library). ISBN 9785987041325 (in Russ.).

11. Kolesnikov A.V., Malinetsky G.G., Sirenko S.N. [Digital Reality: Choosing the Future]. *Designing the future. Problems of digital reality*. 2021. No. 1. Pp. 6-30. DOI 10.20948/future-2021-1 (in Russ.).

12. Orlov A.I. *Nechislovaya statistika* [Non-numerical statistics]. Moscow: M3-Press, 2004. 513 p. (Statistical methods) (in Russ.).

13. Samarsky A.A., Mikhailov A.P. *Matematicheskoe modelirovanie: Idei. Metody. Primery* [Mathematical modeling: Ideas. Methods. Examples]. Moscow: FIZMATLIT, 2005. 320 p. ISBN 592210120X (in Russ.).

14. Forrester D. V. *Mirovaya dinamika* [World Dynamics]. Translated from English by A.N. Voroshchuk, S.A. Pegova; Edited by D.M. Gvishiani, N.N. Moiseev; With a preface by D.M. Gvishiani and afterword by N.N. Moiseyeva. Moscow: Nauka Publ., 1978. 167 p. (in Russ.).

15. Goode G.H., Makol R.E. *Sistemotekhnika: Vvedenie v proektirovanie bol'shikh sistem* [System Engineering: An introduction to the design of large systems] Translated from the English by K. N. Trofimova [et al.] ; Edited by G. N. Povarov. Moscow : Soviet Radio, 1962. 383 p. (in Russ.).

16. Reznikov B.A. *Sistemnyi analiz i metody sistemotekhniki* [System analysis and methods of system engineering]. Part 1: Methodology of system research. Modeling of complex systems. Moscow: Ministry of Defense of the USSR, 1990. 522 p. (in Russ.).

17. Kalinin V.N., Reznikov B.A. *Teoriya sistem i upravleniya (strukturno-matematicheskii podkhod)* [Theory of systems and control (structural and mathematical approach)]. Leningrad: A.F. Mozhaisky WIKI, 1978. 417 p. (in Russ.).

18. Rostovtsev Yu.G. *Zadachi znakovogo modelirovaniya. Ch. 1. Metodologicheskie aspekty znakovogo modelirovaniya* [Tasks of sign modeling. Part 1. Methodological aspects of sign modeling]. St. Petersburg: A.F. Mozhaisky VIKI, 1996 (in Russ.).

19. Andersen B. *Biznes-protsessy. Instrumenty sovershenstvovaniya* [Business processes. Tools of improvement] [trans. from the English S. V. Arinicheva]. 2nd ed. Moscow: Standards and Quality, 2004. 271 p. (Practical management). ISBN 5949380231 (in Russ.).

20. Deming E.U. *Vykhod iz krizisa. Novaya paradigma upravleniya lyud'mi, sistemami i protsessami* [Exit from the crisis. A new paradigm of managing people, systems and processes]. Moscow: Alpina Publ., 2014. 416 p. (in Russ.).
21. Efimov V.V. *Opisanie i uluchshenie biznes-protsessov: uchebnoe posobie* [Description and improvement of business processes: textbook]. Ulyanovsk: UISTU, 2005. 84 p. (in Russ.).
22. Repin V.V., Eliferov V.G. *Protsessnyi podkhod k upravleniyu. Modelirovanie biznes-protsessov* [Process approach to management. Modeling of business processes]. 4th ed. Moscow: Standards and Quality, 2006. 404 p. (Practical management). ISBN 5949380401 (in Russ.).
23. Novikov D.A. [Structure of the theory of management of socio-economic systems] *Management of large systems: proceedings*. 2009. No. 24. Pp. 216-258 (in Russ.).
24. Novikov D.A. *Vvedenie v teoriyu upravleniya obrazovatel'nymi sistemami* [Introduction to the theory of management of educational systems]. Moscow: Egves Publishing House, 2009. 156 p. (in Russ.).
25. Novikov D.A. *Teoriya upravleniya obrazovatel'nymi sistemami: uchebno-metodicheskoe posobie dlya slushatelei institutov i fakul'tetov povysheniya kvalifikatsii, studentov, aspirantov, prepodavatelei i drugikh professional'no-pedagogicheskikh rabotnikov* [Theory of management of educational systems: an educational and methodological guide for students of institutes and faculties of advanced training, students, postgraduates, teachers and other professional and pedagogical workers]. Moscow: Nar. education, 2009. 451 p. ISBN 9785879532609 (in Russ.).
26. Friedman A.Ya., Friedman O.V. *Teoriya prinyatiya reshenii : ucheb. posobie* [Theory of decision-making: Textbook]. Apatity, KF PetrSU, 2007. 160 p. (in Russ.).
27. Grachev M.I., Burlov V.G. [Mathematical modeling in social and economic systems]. *T-Comm: Telecommunications and transport*. 2021. Vol. 15, No. 5. Pp. 38-45. DOI 10.36724/2072-8735-2021-15-5-38-45 (in Russ.).
28. Gorbachenko V.I., Ubiennykh G.F., Bobrysheva G.V. G67 Creation of a functional model of an information system using the CASE-tool CAerwin Process Modeler 7.3. Penza: PSU, 2010. 66 p. (in Russ.).
29. Boev V.D. [On the adequacy of GPSS World and AnyLogic simulation modeling systems]. *Applied Informatics*. 2011. No. 4. Pp. 30-40 (in Russ.).
30. Boev V.D. *Komp'yuternoe modelirovanie v srede Anylogic: Uchebnoe posobie* [Computer modeling in the Anylogic environment: A textbook]. 1st ed. Moscow: Yurayt Publishing House, 2020. 1 p. (Professional education). ISBN 9785534050349 (in Russ.).
31. Boev V.D. *Modelirovanie v srede Anylogic : ucheb. posobie* [Modeling in the Anylogic environment: A textbook]. Moscow: Yurayt Publishing House, 2020. 1 p. (Higher education). ISBN 9785534025606 (in Russ.).
32. Boev V.D. *Imitatsionnoe modelirovanie sistem : ucheb. posobie* [Simulation of systems: Textbook]. Moscow: Yurayt Publishing House, 2020. 1 p. (Higher education). ISBN 9785534047349 (in Russ.).
33. Batovrin V.K. *Tolkovyi slovar' po sistemnoi i programmnoi inzhenerii* [Explanatory dictionary of system and software engineering]. Moscow: DMK Press., 2012. 280 p. (in Russ.).
34. Gorbachenko V.I., Ubiennykh G.F., Bobrysheva G.V. *Sozdanie funktsional'noi modeli informatsionnoi sistemy s pomoshch'yu CASE-sredstva CA ERwin Process Modeler 7.3* [Creation of a functional model of an information system using the CASE-tool CA ERwin Process Modeler 7.3]. Penza: PSU, 2010. 66 p. (in Russ.).
35. Anylogic simulation package (version 7.0.1). User Manual.
36. Grachev M.I., Burov V.G., Chudakov O.E., Primakin A.I. *Imitatsionnaya model' upravleniya obrazovatel'noi organizatsiei vysshego obrazovaniya* [Simulation model of management of an educational organization of higher education]. *XXI century: results of the past and problems of the present plus*. 2021. Vol. 10, no. 1. Pp. 57-62. Doi 10.46548/21st century-2021-1053-0010 (in Russ.).
37. Certificate of state registration of the computer program No. 2021614433 Russian Federation. Generalized simulation model of the functioning of the management system of a higher educational institution : No. 2021611990 : application 16.02.2021 : publ. 24.03.2021 / M.I. Grachev, V.G. Burlov, I.S. Zakharov, O.E. Chudakov.

Simulation Modeling Of Management Processes

M. I. Grachev, St. Petersburg University of the Ministry of Internal Affairs of Russia; Saint Petersburg, Russia

In the modern world, there is a widespread introduction of information technologies into the processes of human life. Information and telecommunication technologies are being introduced both to enterprises, affecting technological production in general, and to educational institutions. Due to the large number of software and hardware solutions offered, the issue of purchasing and using the right product that improves the performance of both production and the educational process at a higher educational institution remains an urgent task for the head of the organization. It is proposed to use simulation modeling to solve this issue as a promising project that solves the actual problems of modeling organizational systems and business projects. The application and use of simulation modeling makes it possible to identify problematic issues at an early stage and resolve them in order to obtain better results, both in production

and in the functioning of educational processes in an educational institution, and this confirms the relevance of this article. The article considers the process of modeling a generalized simulation model of the management system of an organizational system, using the example of the management system of a higher educational institution. The agent-based approach applied to establish the interaction between the subdivisions of the analyzed system was described by management problem solution, threat generator, implementation of resources to obtain better object management characteristics. The proposed simulation model has sufficient visibility and may be suggested for introduction into other educational institutions and may be complicated and revised for production establishments in future.

Keywords: simulation modeling, generalized model, AnyLogic, educational institution, management system, model.

Получено: 09.11.22

Образец цитирования

For Citation

Грачев М. И. Имитационное моделирование процессов управления // Интеллектуальные системы в производстве. 2022. Том 20, № 4. С. 64–71. DOI: 10.22213/2410-9304-2022-4-64-71.

Grachev M. I. [Simulation modeling of control processes]. *Intellectual'nye sistemy v proizvodstve*. 2022, vol. 20, no.4, pp. 64-71 (in Russ.). DOI: 10.22213/2410-9304-2022-4-64-71.