

Научная статья

УДК 519.876.5:336.7

doi: 10.34822/1999-7604-2022-3-25-31

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ КЛИЕНТОВ В БАНКЕ

Наталья Сергеевна Веремчук

Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет, Омск, Россия

n-veremchuk@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2709-9755>

Аннотация. Описывается разработка и исследование имитационной модели для системы обслуживания клиентов в отделении банка. Модель основана на агентном и дискретно-событийном моделировании. Приведены результаты экспериментов, целью которых было исследование функционирования системы обслуживания клиентов банка, изучение статистики очередей, среднего времени обслуживания при различных режимах работы. Полученные результаты могут применяться для проведения экономического планирования и принятия решений по улучшению работы банка. Материалы статьи также могут использоваться для формирования необходимых профессиональных компетенций у обучающихся в процессе освоения основных образовательных программ бакалавриата и магистратуры.

Ключевые слова: дискретно-событийное моделирование, имитационный подход, система обслуживания, учебный процесс

Для цитирования: Веремчук Н. С. Экспериментальное исследование системы массового обслуживания клиентов в банке // Вестник кибернетики. 2022. № 3 (47). С. 25–31. DOI 10.34822/1999-7604-2022-3-25-31.

Original article

EXPERIMENTAL STUDY OF THE MASS CUSTOMER SERVICE SYSTEM IN THE BANK

Natalya S. Veremchuk

Siberian State Automobile and Highway University, Omsk, Russia

n-veremchuk@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2709-9755>

Abstract. A simulation model of a customer service system in the bank based on agent and discrete-event modeling is developed, analyzed and described. The study presents the results of experiments aimed at analyzing the performance of the customer service system in the bank. The statistics of queues and average service time at different working hours are studied. The results obtained can be used for economic planning and decision-making to improve the bank's performance. The materials discussed in the article can also be used to provide students with the necessary professional skills when studying for bachelor's and master's degrees.

Keywords: discrete-event modeling, simulation approach, service system, educational process

For citation: Veremchuk N. S. Experimental Study of the Mass Customer Service System in the Bank // Proceedings in Cybernetics. 2022. No. 3 (47). P. 25–31. DOI 10.34822/1999-7604-2022-3-25-31.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из инструментов анализа, управления и прогнозирования является имитационное моделирование [1–3]. С применением имитационного подхода осуществляется поиск

эффективных решений, в том числе и в науке, а также формируется представление о функционировании сложных систем в режиме реального времени [4–6]. Как следствие, имитационное моделирование широко применя-

ется на практике в процессах решения задач из различных сфер деятельности [7–9]. Имитационные эксперименты можно проводить, задав различные значения параметров, описывающих практические ситуации.

В процессе построения имитационных моделей применяются компьютерные технологии [10]. Компьютерное моделирование используется в случаях, когда проведение экспериментов на реальной системе сложно или практически невозможно. Причинами таких ситуаций могут служить, например, стоимость или длительность моделируемых процессов.

Применение инструментария имитационного моделирования к процессам анализа, прогнозирования и управления деятельностью банка является перспективным направлением, поскольку позволяет в режиме реального времени, с учетом визуализации внутренних процессов в системе, выявить наиболее значимые проблемы и принять решения по их устранению. Для повышения эффективности их деятельности необходимо проводить имитационные эксперименты с учетом конкретных параметров организации.

В работе описаны разработка и исследование имитационной модели системы обслуживания посетителей банка. Целью исследования является анализ и оценка эффективности процессов обслуживания клиентов. Для реализации модели использовалась программная среда AnyLogic PLE. По результатам моделирования сделаны выводы об особенностях функционирования системы в различных режимах работы. Описаны эксперименты, целью которых было изучение статистики очередей, среднего времени обслуживания, получение рекомендаций по улучшению эффективности оказания услуг и экспериментальное доказательство этого факта. Полученные результаты могут применяться для принятия решений по улучшению работы банковского отделения, а также при формировании необходимых профессиональных компетенций обучающихся в процессе изучения образовательных программ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Различают три основных подхода при создании имитационных моделей. К ним относят

системную динамику, агентное и дискретно-событийное моделирование [6–7].

Наиболее высокий уровень абстракции осуществляется в системной динамике. Суть заключается в изучении взаимодействия различных процессов или явлений. При использовании системной динамики применяется информация только о глобальных зависимостях [3]. Дискретно-событийное моделирование используется при имитации процессов обслуживания, создания продукции [7]. В таких случаях система описывается как процесс. Агентные модели применяются в случаях, когда необходимо показать деятельность объектов [6]. Оно предполагает наличие индивидуальных объектов.

На практике часто используется многоподходное имитационное моделирование, в котором различные методы [1, 2, 4, 5] комбинируются таким образом, что достоинства одних подходов компенсируют недостатки других. Благодаря объединению методов создаются модели без привлечения дополнительных средств. Можно отметить следующие плюсы от использования многоподходного моделирования:

- в процессе построения модели всегда выбираются некоторые допустимые уровни абстракции с учетом поставленных целей и задач;
- чаще всего задачи реального мира очень сложны, поэтому их при моделировании разбивают на составные части. Каждую часть описывают, применяя разные методы. Сочетание методов моделирования одновременно придает гибкость, необходимую для решения задачи. Например, можно совместить задачи производства, распределения и реализации продукции в одной модели.

На рынке представлен обширный набор современных систем моделирования, которые поддерживают графические оболочки, анимацию, объектно-ориентированное программирование и многие другие технологии. Один из российских программных продуктов для имитационного моделирования – это AnyLogic PLE (Personal Learning Edition), бесплатная версия, применяемая в образовательных целях [10]. Он поддерживает проектирование, разработку модели. В режиме реального времени осуществляется выпол-

нение экспериментов, оптимизация параметров в модели. Для удобства можно использовать графические элементы, диаграммы состояний, события и т. д. Кроме того, в комплект входит набор уже готовых типовых библиотек, которые можно применять при разработке моделей из соответствующих областей деятельности.

Опишем процесс построения имитационной модели системы обслуживания клиентов

банка в среде AnyLogic PLE. На рис. 1 изображена концептуальная модель, или схема, банковского отделения, где: а – это кассы работников банка (клерков), d – банкомат. В модели два типа агентов: рабочие банка (b) и посетители (c). Придя в офис, клиент выбирает один из способов обслуживания и встает в очередь e или f, получает необходимые услуги и покидает банк.

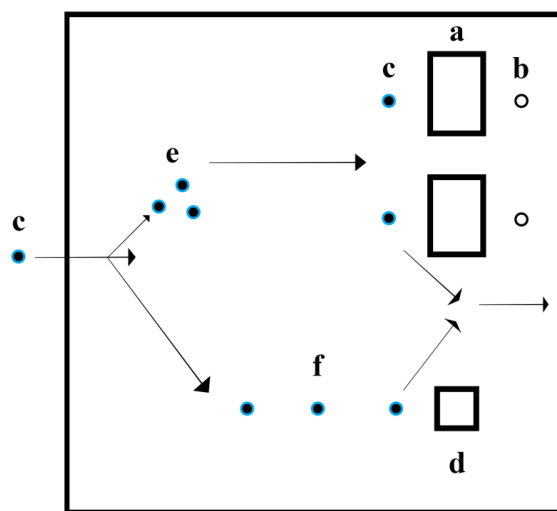


Рис. 1. Концептуальная модель банковского отделения

Примечание: составлено автором.

В системе есть банкомат, две кассы обслуживания; моделируется входящий поток посетителей с определенной интенсивностью. Считается, что посетители для обслуживания с равной вероятностью могут пойти как к банкомату, так и к кассам работников банка. В случаях, когда превышен лимит ожидания, посетители покидают банк, не дождаввшись обслуживания. Данные о числе обслуженных и не обслуженных посетителей отражаются на диаграмме. Осуществляется сбор информации

о времени, которое посетители провели в банке. Построен график, отражающий длину очереди. В качестве единиц модельного времени использованы минуты.

Для имитации процессов обслуживания посетителей в банкомате построена диаграмма процесса, изображенная на рис. 2. Для этого на рабочую область перенесены объекты source, queue, delay и sink из библиотеки моделирования процессов.

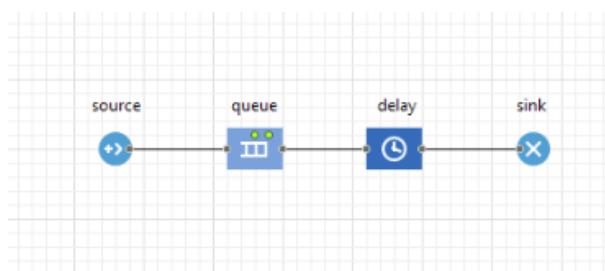


Рис. 2. Диаграмма процесса обслуживания посетителей в банкомате

Примечание: составлено автором.

Появление клиентов в банке моделируется с помощью объекта source, в свойствах которого выставлена интенсивность прибытия 0,67 посетителей (заявок) в минуту. Очередь из ожидающих обслуживания клиентов моделируется блоком queue, в свойствах которого указано максимальное количество мест в очереди 15. Процесс обслуживания в банкомате имитируется объектом delay (ATM), который имеет вероятностные характеристики с треугольным распределением triangular (0,8, 1,5, 3,5). Конец блок-схемы обозначен как sink.

В модель (рис. 3) добавлен блок service из той же библиотеки. С его применением имитируется выбор вариантов обслуживания посетителями у клерков или в банкомате. Этот

процесс осуществляется с одинаковой вероятностью. Время обслуживания у клерков имеет треугольное распределение с параметрами triangular (3, 5, 7) в минутах.

Чтобы осуществить возможность выхода из очереди, у объектов service и queue установлен тайм-аут на 40 мин. Для большей наглядности добавлено 3D-окно и сцена.

Сбор статистических данных по обслуживанию осуществляется с применением различных диаграмм из библиотеки статистики. Столбчатая диаграмма отражает среднюю занятость банкомата и длину очереди. Круговая диаграмма предназначена для вывода информации о проценте обслуженных и необслуженных посетителей. На рис. 3 представлен результат запуска модели.

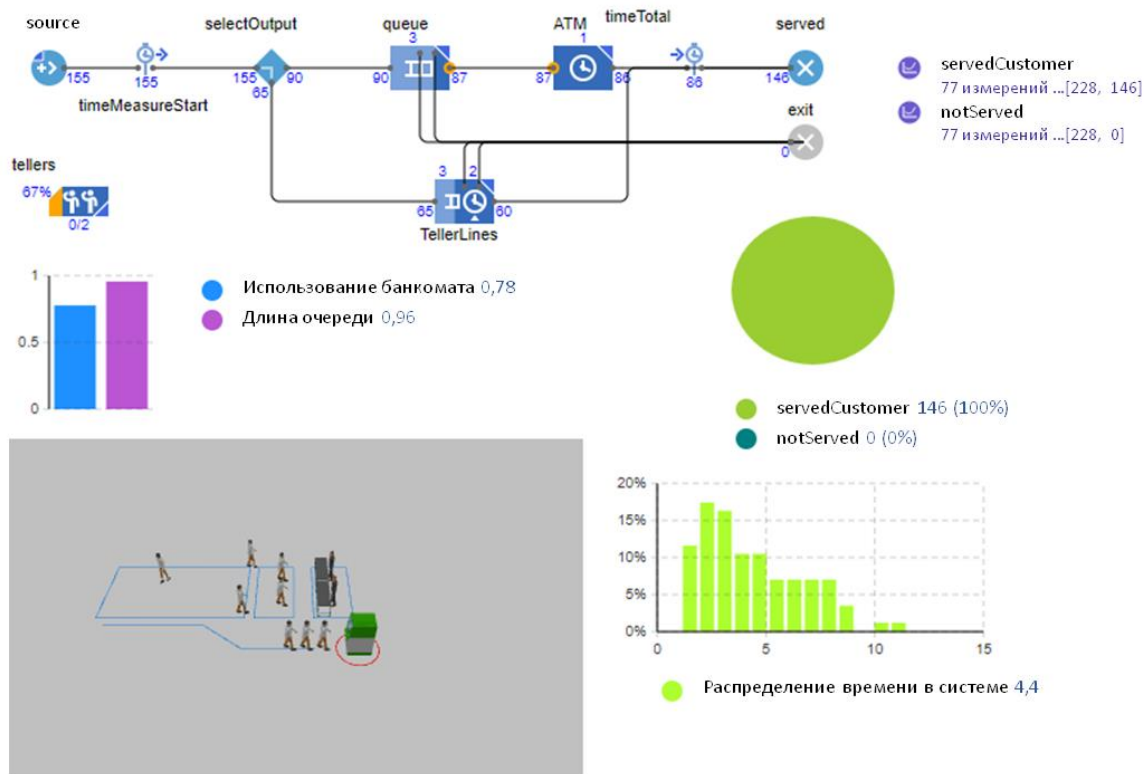


Рис. 3. Результаты экспериментов
 Примечание: составлено автором.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Смоделируем ситуацию, когда посетители проводят при обслуживании в банкомате в среднем 1,5 мин, а в кассе 5 мин. При увеличении этих значений на одну минуту, при неизменной интенсивности, наблюдается рост не обслуженных посетителей. Количество ушед-

ших людей составляет 2 %. При этом увеличилось среднее время, которое посетители проводят в банке, оно составило 16,67 мин. Результаты этого эксперимента представлены на рис. 4.

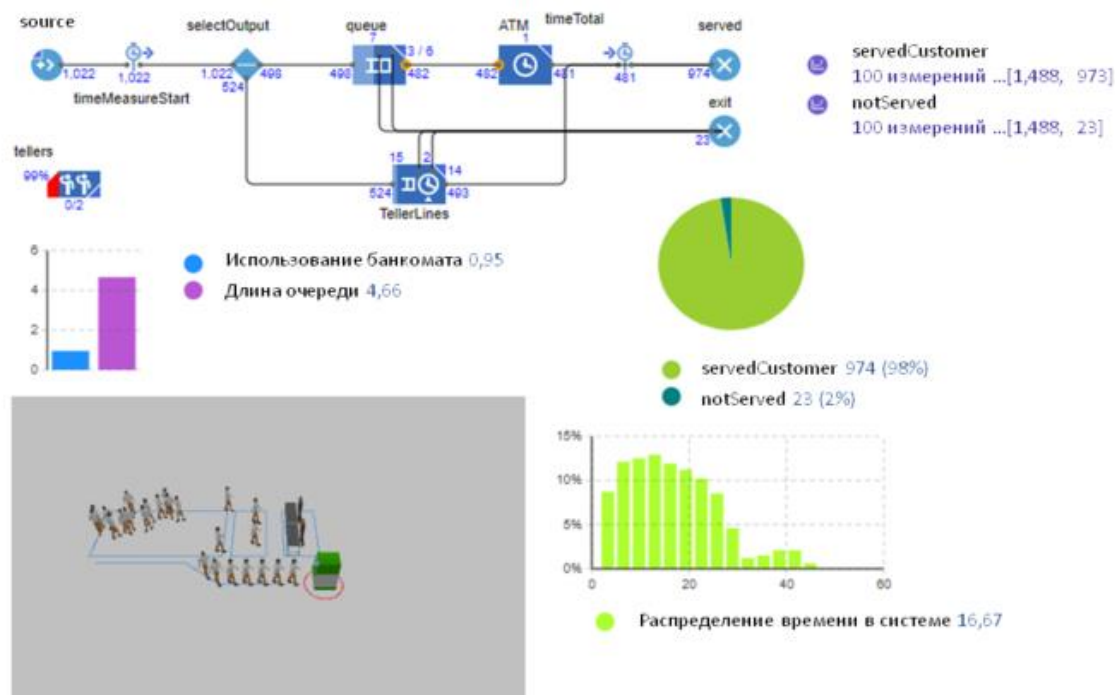


Рис. 4. Эксперимент с увеличением среднего времени обслуживания

Примечание: составлено автором.

В экспериментальных целях в модель была добавлена еще одна касса для улучшения обслуживания клиентов банка. По результатам эксперимента наблюдалось значительное сокращение очереди к кассам. В то время как

очередь к банкомату по-прежнему оставалась большой, а среднее время, которое посетители проводят в банке, составило 21,35 мин, что отражено на рис. 5.

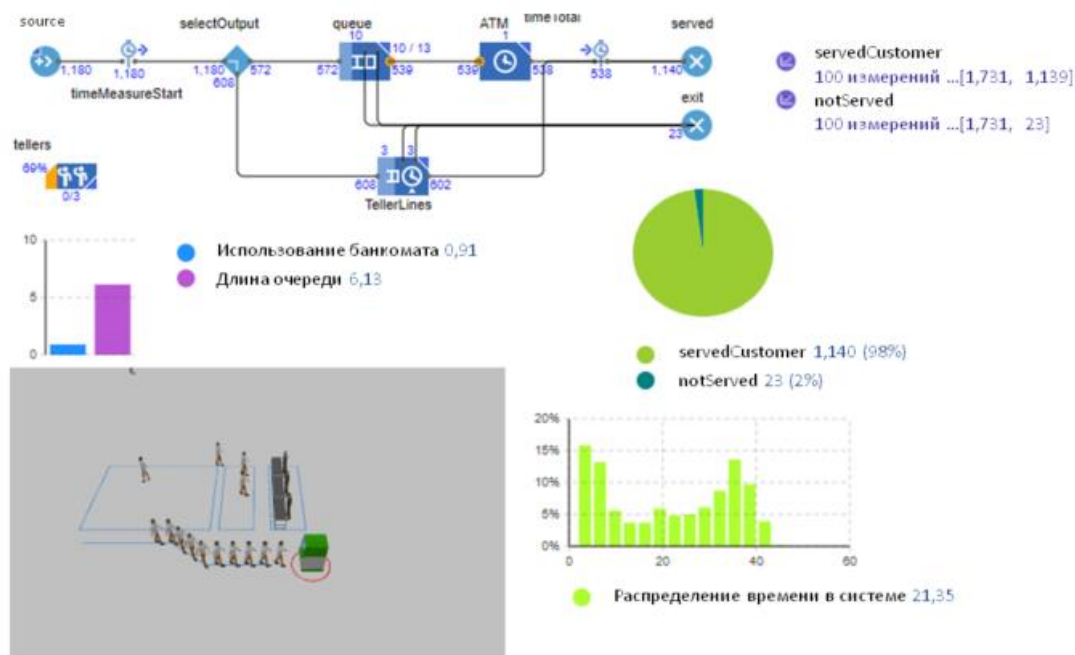


Рис. 5. Результат эксперимента с тремя кассами

Примечание: составлено автором.

Для сокращения очереди на обслуживание в модели реализована возможность перехода клиентов от банкомата к кассам. Диаграмма модернизированного процесса представлена на рис. 6, из которого видно, что все показатели системы обслуживания значительно улучшаются. Сокращается длина очереди

с 6,13 до 2,87. Отмечено, что посетители проводят в офисе в среднем 11,85 мин, то есть среднее время обслуживания уменьшилось на 9,5 мин. А процент ушедших без обслуживания клиентов сократился до 1 %. Результаты данного эксперимента представлены на рис. 6.

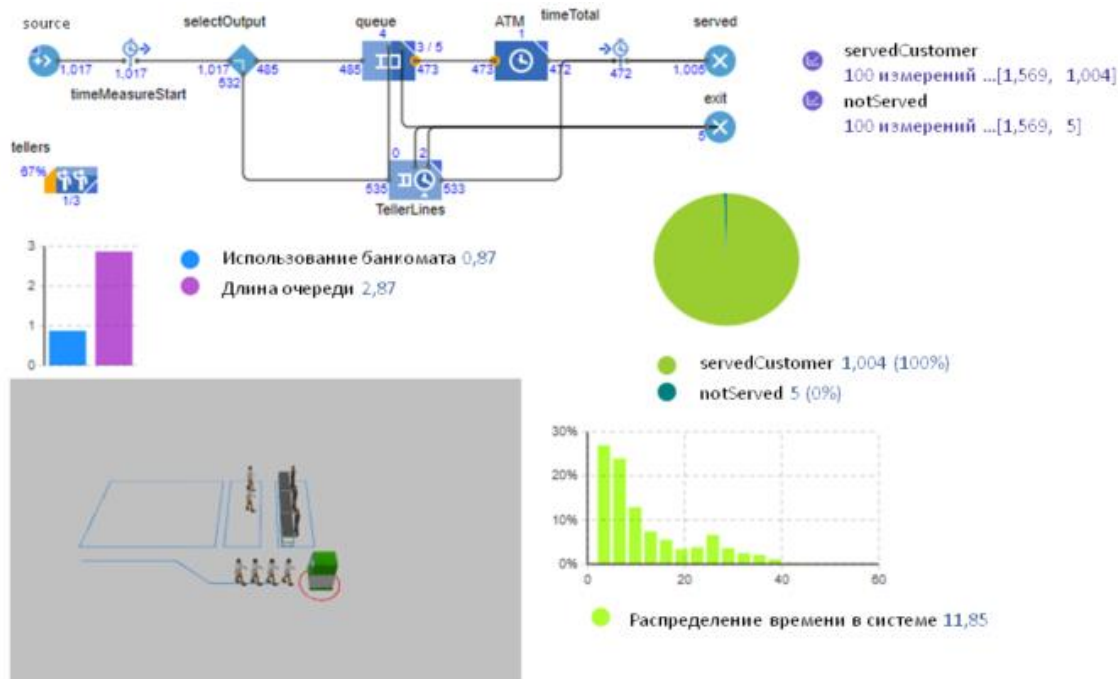


Рис. 6. Результаты эксперимента с модернизированной моделью

Примечание: составлено автором.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработана имитационная модель системы обслуживания клиентов банковского отделения с применением методов агентного и дискретно-событийного моделирования.

Проведены эксперименты по исследованию работы системы в различных режимах, изучена статистика очередей и среднего времени обслуживания, сделаны выводы об особенностях функционирования системы обслуживания клиентов. Проведены эксперименты с улучшенной моделью банка: наглядно представлена эффективность принятых мер, отмечено сокращение среднего времени обслуживания и изменение статистики очередей в положительной динамике.

На сегодняшний день построенная имитационная модель обслуживания клиентов актуальна. Основываясь на результатах моде-

лирования, можно проводить экономическое планирование, анализировать деятельность банка и принимать решения с целью улучшения обслуживания посетителей.

Полученные результаты могут применяться не только при решении вопросов планирования и управления деятельностью банка, но и в рамках освоения учебных дисциплин основных образовательных программ бакалавриата и магистратуры для формирования профессиональных компетенций обучающихся. В ходе разработки имитационной модели студенты приобретают знания, умения и навыки по изучению поведения сложных систем. Применение в учебном процессе имитационного подхода при анализе и прогнозировании поведения сложных систем приводит к тому, что обучение становится более наглядным.

Список источников

1. Казеев И. М. Имитационное моделирование транспортно-технологического комплекса // Образоват. ресурсы и технологии. 2020. № 1 (30). С. 69–74.
2. Шамраева В. В., Кузовлев Е. Г., Баранник С. В. Реализация геоинформационных систем в дорожной области как одного из направлений информационного моделирования // Вестн. компьютер. и информ. технологий. 2018. № 6 (168). С. 20–26.
3. Романов В. П., Ахмадеев Б. А. Моделирование инновационной экосистемы на основе модели «хищник–жертва» // Бизнес-информатика. 2015. № 1. С. 7–17.
4. Веремчук Н. С. Об имитационном моделировании элементов дорожной сети // Перспективы науки. 2021. № 12. С. 38–41.
5. Акопов А. С., Хачатрян Н. К. Имитационная модель нефтеперерабатывающего предприятия со сложной схемой взаимодействия оборудования // Программная инженерия. 2021. Т. 12, № 6. С. 319–328.
6. Макаров В. Л., Бахтизин А. Р., Бекларян Г. Л., Акопов А. С., Ровенская Е. А., Стрелковский Н. В. Агентное моделирование социально-экономических последствий миграции при государственном регулировании занятости // Экономика и математ. методы. 2022. Т. 58, № 1. С. 113–130. DOI 10.31857/S042473880018960-5.
7. Макаров В. Л., Бахтизин А. Р., Бекларян Г. Л., Акопов А. С. Цифровой завод: методы дискретно-событийного моделирования и оптимизации производственных характеристик // Бизнес-информатика. 2021. Т. 15, № 2. С. 7–20.
8. Ordu M., Demir E., Tofallis C., Gunal M. M. A Novel Healthcare Resource Allocation Decision Support Tool: A Forecasting-Simulation-Optimization Approach // Journal of the Operational Research Society. 2021. Vol. 72, Is. 3. P. 485–500.
9. Oueida S., Aloqaily M., Ionescu S. A Smart Healthcare Reward Model for Resource Allocation in Smart City // Multimedia Tools and Applications. 2019. Vol. 78. P. 24573–24594.
10. Боев В. Д. Компьютерное моделирование в среде AnyLogic. М. : Юрайт, 2021. 298 с.

Информация об авторе

Н. С. Веремчук – кандидат физико-математических наук, доцент.

References

1. Kazeev I. M. Simulation Modeling Transport and Technological Complex // Educational Resources and Technologies. 2020. No. 1 (30). P. 69–74. (In Russian).
2. Shamraeva V. V., Kuzovlev E. G., Barannik S. V. Implementation of Geographic Information Systems in the Road Sector as One of the Directions of Information Modeling // Herald of Computer and Information Technologies. 2018. No. 6 (168). P. 20–26. (In Russian).
3. Romanov V. P., Akhmadeev B. A. Innovation Ecosystem Modelling Based on “Predator-Prey” Model // Business Informatics. 2015. No. 1. P. 7–17. (In Russian).
4. Veremchuk N. S. On Simulation Modeling of Road Network Elements // Science Prospects. 2021. No. 12. P. 38–41. (In Russian).
5. Akopov A. S., Khachatryan N. K. Simulation Model of an Oil Refinery with a Complex Scheme of Equipment Interaction // Software Engineering. 2021. Vol. 12, No. 6. P. 319–328. (In Russian).
6. Makarov V. L., Bakhtizin A. R., Beklaryan G. L., Akopov A. S., Rovenskaya E. A., Strelkovsky N. V. Agent-Based Modeling of Social and Economic Impacts of Migration under the Government Regulated Employment // Economics and Mathematical Methods. 2022. Vol. 58, No. 1. P. 113–130. DOI 10.31857/S042473880018960-5. (In Russian).
7. Makarov V. L., Bakhtizin A. R., Beklaryan G. L., Akopov A. S. Digital Plant: Methods of Discrete-Event Modeling and Optimization of Production Characteristics // Business Informatics. 2021. Vol. 15, No. 2. P. 7–20. (In Russian).
8. Ordu M., Demir E., Tofallis C., Gunal M. M. A Novel Healthcare Resource Allocation Decision Support Tool: A Forecasting-Simulation-Optimization Approach // Journal of the Operational Research Society. 2021. Vol. 72, Is. 3. P. 485–500.
9. Oueida S., Aloqaily M., Ionescu S. A Smart Healthcare Reward Model for Resource Allocation in Smart City // Multimedia Tools and Applications. 2019. Vol. 78. P. 24573–24594.
10. Boev V. D. Kompiuternoe modelirovanie v srede AnyLogic. Moscow : Iurait, 2021. 298 p. (In Russian).

Information about the author

N. S. Veremchuk – Candidate of Sciences (Physics and Mathematics), Associate Professor.