

Н. С. Веремчук¹

✉ n-veremchuk@rambler.ru

¹Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ), г. Омск, Российская Федерация

О формировании цифровой грамотности студентов на базе имитационного модельного подхода

Аннотация: В последние годы основные показатели знаний и умений связаны с развитием цифровых компетенций и повышением цифровой грамотности обучающихся. Это направление позволяет использовать в профессиональной деятельности цифровые инструменты и технологии для повышения эффективности и результативности производства. В статье описывается использование в учебном процессе имитационного модельного подхода для изучения функционирования систем передачи и обработки данных при различных нагрузках. Рассматривается процесс разработки и исследования имитационной модели обработки запросов сервером. Модель реализована в программной среде AnyLogic PLE. Целью исследования было построение имитационной модели, изучение ее функционирования при различных нагрузках, направленное на выявление слабых мест и, как следствие, своевременное принятие мер по недопущению сбоев работы вычислительной техники и повышению работоспособности компании. Показано, как в учебном процессе применяется имитационный модельный подход для анализа и прогнозирования поведения сложных систем обработки данных на примере выполнения лабораторной работы по дисциплине «Имитационное моделирование» с применением отечественного программного обеспечения. За счет применения в учебном процессе инструментов современных программных продуктов, поддерживающих проведение вычислительных экспериментов в режиме реального времени, поиск оптимальных решений, графическую визуализацию полученных результатов, обучение становится более удобным и наглядным. Это позволяет формировать высокий уровень цифровой грамотности у будущих выпускников вузов.

Ключевые слова: профессиональные компетенции, образовательный процесс, имитационная модель, AnyLogic PLE.

Дата поступления статьи: 27 октября 2022 г.

Для цитирования: Веремчук Н. С. (2023) О формировании цифровой грамотности студентов на базе имитационного модельного подхода. Наука о человеке: гуманитарные исследования, том 17, № 3, с. 179–187. DOI: 10.57015/issn1998-5320.2023.17.3.19.

Scientific article

N. S. Veremchuk¹

✉ n-veremchuk@rambler.ru

¹The Siberian State Automobile and Highway University, Omsk, Russian Federation

Development of students' digital literacy skills through the simulation model approach

Abstract: In recent years, the main indicators of knowledge and skills are associated with the development of digital competencies and the improvement of digital literacy of students. This direction allows the use of digital tools and technologies in professional activities to improve the efficiency and effectiveness of production. The article describes the use of a simulation model approach in the educational process to study the functioning of data transmission and processing systems under various workloads. The process of developing and researching a simulation model for processing requests by the server is considered. The model is implemented in the AnyLogic PLE software environment. The purpose of the study is to build a simulation model, study its functioning under various loads, aimed at identifying weaknesses and, as a result, timely taking measures to prevent computer failures and improve the performance of the company. It is shown how the simulation model approach is used in the educational process to analyze and predict the behavior of complex data processing

© Н. С. Веремчук, 2023

systems by the example of laboratory practicum on the “Simulation Modeling” discipline using domestic software. Due to the use of modern software tools in the educational process that support conducting computational experiments in real time, searching for optimal solutions, and graphical visualization of the results obtained, training becomes more convenient and visual. This makes it possible to form a high level of digital literacy skills among future university graduates.

Keywords: professional competencies, educational process, simulation model, AnyLogic PLE.

Paper submitted: October 27, 2022.

For citation: Veremchuk N. S. (2023) Development of students’ digital literacy skills through the simulation model approach. Russian Journal of Social Sciences and Humanities, vol. 17, no. 3, pp. 179–187. DOI: 10.57015/issn1998-5320.2023.17.3.19.

Введение

В настоящее время цифровая трансформация вуза является необходимым аспектом и диктуется такими современными условиями жизни общества, как пандемия, развитие информационных технологий и ресурсов, цифровизация экономики (Атаян, Гурьева, Шарабаева, 2021; Позднякова, Шубина, 2021; Блинова, Федотов, Коваленко, 2021; Никифорова, 2018). При этом важное значение приобретает подготовка специалистов с высоким уровнем цифровой грамотности (Кальницкая, Максимочкина, 2022; Савотченко, Перепелкин, Дунаев, 2022; Котлярова, 2022; Барабанова, Кайбияйнен, Крайсман, 2019; Шалкина, 2021; Анисимова, Евсеева, 2020; Моисеева, Полякова, Ширшова, 2023). Как правило, многих работодателей интересует вопрос о владениях цифровыми компетенциями выпускников вузов. Это требование диктует необходимость проведения цифровой трансформации вузов (Блинова, Федотов, Коваленко, 2021; Кальницкая, Максимочкина, 2022). Традиционная модель образования, направленная в большей степени на получение знаний, утратила актуальность. Поэтому возникает необходимость изменения моделей и подходов обучения, направленных на формирование цифровых компетенций будущих выпускников, повышающих их конкурентоспособность на рынке труда (Никифорова, 2018). Одним из таких подходов можно рассматривать, например, использование в учебном процессе имитационного моделирования для изучения сложных систем.

В работах современных ученых подчеркивается важность и необходимость применения современных информационных технологий в образовательных процессах при подготовке высококвалифицированных специалистов (Атаян, Гурьева, Шарабаева, 2021; Позднякова, Шубина, 2021; Блинова, Федотов, Коваленко, 2021). Однако в настоящее время информационные технологии и ресурсы недостаточно широко применяются при освоении образовательных программ бакалавриата и магистратуры. Во многом это связано с современным политическим и экономическим состоянием страны, например, уходом с отечественного рынка программ иностранных разработчиков, неразвитостью отечественного программного обеспечения и т. д.

Одним из инструментов, позволяющих проектировать и исследовать различные системы, является машинное моделирование (Веремчук, 2022б; Beklaryan, Khachatryan, Akopov, 2019). При этом моделируемые системы, как правило, сложные, состоящие из большого числа составляющих различной природы (Ordu et al., 2021; Масюк, Куликова, Усачева, 2020). Развитие модельного подхода невозможно без применения современных информационных технологий и средств, в том числе в процессах разработки автоматизированных систем (Веремчук, 2022б; Beklaryan, Khachatryan, Akopov, 2019; Ordu et al., 2021; Масюк, Куликова, Усачева, 2020).

Практика показывает, что решение поставленных задач с помощью моделирования обходится значительно проще и дешевле, без рисков для организации. В большинстве случаев исходная задача заключается в изучении характеристик системы или объекта с целью принятия решения по его управлению, улучшению функционирования, прогнозированию поведения в конкретных ситуациях. Таким объектом может быть любая система, например сервисный центр по техническому обслуживанию и ремонту компьютеров.

Задача анализа функционирования системы ставится, как правило, в мире реальных объектов и систем. Для сервисного центра это может быть проблема оптимального использования ресурсов, с учетом необходимых взаимозаменяемых составляющих для ремонта техники, а также

программного обеспечения отечественного производства для организации обслуживания клиентов. При этом принимать решения по управлению ресурсами, перестраивая реальную систему, дорогостояще и экономически нецелесообразно. Другой путь решения поставленной задачи – это применить имитационный модельный подход, т. е. построить имитационную модель системы, провести серию экспериментов и по результатам принять решение с учетом поставленных целей.

Более того, реальные системы и объекты часто сложные, с большим количеством деталей, и учесть все эти аспекты, да еще и во взаимодействии, довольно трудоемко. Это вносит свои коррективы в процессы принятия решений по функционированию системы. С применением моделей можно ограничить эту сложность, предоставить возможность лучше понять ситуацию, проанализировать будущее поведение рассматриваемой системы и, как следствие, принять оптимальное решение по улучшению ее работы. Поскольку модель отражает свойства реальной системы в разрезе решения конкретной проблемы, то анализ модели позволяет получить параметры, описывающие свойства исследуемой реальной системы без экспериментов с ней самой.

Передача запросов и обработка данных в информационной среде является неотъемлемой частью повседневной жизни. За последние годы количество запросов в серверной части неуклонно растет, что приводит к перегруженности различных систем и к появлению множества ошибок.

В статье описывается использование в учебном процессе имитационного модельного подхода для изучения сложных систем на примере разработки и исследования имитационной модели обработки данных. Необходимо экспериментальным путем выявить максимальную загруженность сервера, вычислить количество потерянных пакетов при обработке запросов, а также провести сравнительный анализ с модернизированным сервером. В процессе выполнения использовалось дискретно-событийное моделирование в программной среде, предназначенной для образовательных целей – AnyLogic PLE (Боев, 2021). Полученные результаты могут использоваться при оценке функционирования средств вычислительной техники при различных нагрузках на систему с целью выявления слабых мест и повышения работоспособности компании. В работе показано, как имитационный модельный подход применяется при освоении основных образовательных программ, в результате чего формируются цифровые компетенции обучающихся вузов, повышающие уровень их цифровой грамотности.

Методы

Для изучения имитационного модельного подхода при освоении образовательных программ предлагается разработка модели передачи данных. В основе имитационного модельного подхода лежат несколько этапов, включающих содержательную постановку задачи, концептуальную модель системы, разработку и программную реализацию имитационной модели, проведение экспериментов, формулировку выводов, прогнозов по результатам исследования (Веремчук, 2022а; Makarov, Bakhtizin, Beklaryan, 2019; Макаров и др., 2022; Щербаков и др., 2017). Такой подход к изучению сложных систем удобно применять в случаях, когда проведение экспериментов с реальной моделью затруднительно с точки зрения расходования ресурсов на их организацию.

Перед обучающимися ставится следующая задача. Необходимо в программной среде для образовательных целей AnyLogic PLE разработать имитационную модель обработки запросов серверу, провести вычислительные эксперименты при различных нагрузках на сервер, сделать выводы. Исследование проводилось для студентов факультета «Информационные системы, экономика и управление» Сибирского автомобильно-дорожного университета из группы ПИБ-21Э1 в рамках выполнения лабораторной работы по дисциплине «Имитационное моделирование».

Одним из способов изучения сложных систем является построение и исследование имитационной модели системы (Веремчук, 2022а). В результате моделирования рассматривается поведение элементов системы, каким образом они взаимодействуют друг с другом и с окружающим миром. Удобно применять имитационный подход в случаях исследования моделей систем массового обслуживания, когда имеется поток заявок и каналы обслуживания.

При построении модели системы, как правило, сначала выделяются ее основные составляющие или элементы. После чего определяются правила, по которым элементы системы взаимодействуют как между собой, так и с внешней средой. Причем построение модели должно осуществляться на необходимом уровне абстракции с учетом поставленных целей и задач исследования. Как правило, модели применяются в вопросах исследования характеристик рассматриваемой системы при различных режимах работы либо в случаях, когда затруднительно проведение эксперимента с реальными объектами (Боев, 2021).

Имитационное моделирование осуществляется с применением программных продуктов. После построения модели проводятся численные эксперименты, отражающие поведение системы при различных условиях. Условия моделируются набором параметров и функций. В экспериментах используется модельное время, которое может соответствовать большему временному промежутку, чем реальное время. Например, за несколько минут можно просмотреть работу системы в имитационном режиме за достаточно большой промежуток времени, например год. При этом несколько часов, недель или лет работы исследуемой системы могут быть промоделированы на ЭВМ за несколько минут.

Как правило, имитационная модель не является точным аналогом реальной системы. Однако в модели выделены наиболее важные акценты, которые необходимо изучить в итоге. С применением имитационной модели можно проводить, например, измерения, которые трудно реализуемы каким-либо другим способом. Кроме того, следует учитывать, что применение имитационного подхода позволяет проводить эксперименты с системой без непосредственного на нее воздействия, что уменьшает риски последствий неверно принятых решений.

Также к преимуществам имитационного модельного подхода можно отнести возможность изучения системы, состоящей из множества деталей, что невозможно учесть при других видах моделирования. С помощью имитации можно построить математическую модель, которая максимально приближена к реальной системе. Насколько близко имитационная модель описывает реальную систему, зависит от целей исследования и ограничивается возможностями программного обеспечения, компьютера, на котором выполняется моделирование.

К основным методам, реализующим имитационный модельный подход, относят агентное, дискретно-событийное моделирование, системную динамику (Веремчук, 2022; Масюк, Куликова, Усачева, 2020; Боев, 2021). Агентно-ориентированные методы применимы для изучения поведения системы во времени. Агент – это элемент системы. Дискретно-событийные подходы используются в системах массового обслуживания для имитации процессов обработки заявок. Системная динамика рассматривается для исследования влияния различных характеристик системы между собой.

Следует учитывать, что системная динамика, дискретно-событийное моделирование позволяют рассматривать систему как бы сверху вниз, осуществляя работу на так называемом системном уровне. Подход снизу вверх применим для агентного моделирования. В таком случае разработчик модели учитывает поведение индивидуальных объектов. Агентный метод применяется при разработке имитационных моделей для задач любого уровня абстракции. Агент связан с другими агентами, умеет обрабатывать сообщения, управляющие сигналы и формировать сигнал-отклик.

При выполнении лабораторной работы логика моделируемых процессов устанавливалась следующая. Рассматривался пример компании, состоящей из коммерческого, административного отделов, кадровой службы, бухгалтерии и технического отдела. Технический отдел состоит из подразделов системного администрирования, информационной безопасности и службы поддержки по техническим вопросам. Компания обеспечивает более 300 сотрудников оборудованными рабочими местами. В них входят: ПК, периферийные устройства, ноутбуки и т. д. Компания обслуживает более 200 серверов. Каждый из них имеет свое предназначение и функционал. Серверы отличаются по техническим характеристикам.

Необходимо разработать имитационную модель для самого загруженного сервера «141», отвечающего за хранение данных пользователей. Экспериментальным путем определить его максимальную загруженность, вычислить количество потерянных пакетов при обработке запросов. Провести сравнительный анализ с модернизированным сервером, предложить пути оптимизации работы серверов.

Для разработки имитационной обработки запросов сервером использовалась среда моделирования для образовательных целей AnyLogic PLE (Боев, 2021). С помощью этого инструмента можно выполнять проектирование моделей, их разработку, выполнение имитационных экспериментов. В процессе разработки модели обработки запросов сервером применялось дискретно-событийное моделирование. Осуществлялось абстрагирование от непрерывной природы процессов и рассматривались только самые существенные моменты в моделируемой системе. Так как основное средство процессного моделирования в данной среде – это библиотека моделирования процессов, то за основу построения модели взяты элементы палитры Enterprise Library.

Отметим, что удобными инструментами в среде AnyLogic PLE являются: встроенные тематические библиотеки для реализации моделей; элементы анимации; графические объекты; возможности проведения экспериментов в режимах реального времени и многое другое (Боев, 2021). С учетом вышесказанного эта среда выбрана для разработки модели. Все указанные преимущества программной среды способствуют лучшему освоению материала обучающимися, качественной подготовке специалистов с более высоким уровнем цифровой грамотности.

Как уже отмечалось, AnyLogic сочетает в себе реализацию всех перечисленных выше методов имитационного моделирования в одной среде разработки. Это позволяет моделировать различные экономические и социальные системы, воспроизводить динамику их внутренних процессов. Широко применяется AnyLogic с целью эффективного моделирования бизнес-процессов, производства, экономики, техносферной безопасности и многих других. AnyLogic основан на объектно-ориентированном подходе, что облегчает итеративное поэтапное построение больших моделей.

Многие коммерческие и государственные предприятия пользуются профессиональной версией AnyLogic. Это способствует появлению запроса от работодателей на наличие знаний и умений у будущих выпускников в указанной сфере. Что подчеркивает необходимость применения и освоения данного программного продукта в рамках изучения основных образовательных программ. Кроме того, в последние годы AnyLogic приобрел статус корпоративного стандарта во многих компаниях.

В рамках выполнения лабораторной работы имитировалась работа сервера «141» (далее базовый сервер). Количество пользователей, которое он может в целом принять равно 300. Если одновременно отправят запросы на обработку данных 100 пользователей, то сервер вместо обработки запросов за 0,6 с станет обрабатывать данные более 3 с. Необработанные запросы становятся в очередь или в буфер ожидания. Это приводит к нагрузке сети и соответственно к частичной потере пакетов.

Для решения данной проблемы моделируется имитационная обработка запросов сервером и выявляется, какое максимальное количество пользователей одновременно может принять сервер, не теряя пакеты. Также выявляется целесообразность модернизации сервера путем сравнения полученных данных. Таким образом, с помощью имитационного модельного подхода исследуется работа серверов при различных нагрузках, осуществляется выбор наилучших решений и выдача рекомендаций по усовершенствованию их функциональности.

Построенная в среде AnyLogic диаграмма процесса обработки запросов сервером представлена на рис.



Диаграмма обработки запросов сервером
Diagram of request processing by the server

Диаграмма содержит следующие основные элементы:

1. source – количество одновременных запросов;

2. queue – длина очереди запросов при поступлении на сервер;
3. delay – задержка на обработку запросов на сервере;
4. sink – запросы, обработанные успешно;
5. sink1 – потеря пакетов.

В модели для базового сервера выставлены параметры и значения элементов согласно данным из табл. 1.

Таблица 1 – Параметры и значения элементов модели

Table 1 – Parameters and values of model elements

№	Название элемента	Значение	Примечание
1	source	100/200/300 в мин	Прибывают согласно интенсивности
2	queue	Вместимость 300	Тип задержки: определенное время
3	delay	0,6 – 3 с	Где 100 = 0,6 с 200 = 1,5 с 300 = 3 с
4	sink	-	
5	sink1	-	

Результаты экспериментов

Проведены три серии экспериментов с имитационной моделью. Каждая серия соответствовала разному количеству запросов, поступивших к серверу, в количестве 100, 200 и 300 соответственно.

По результатам экспериментов отмечено следующее. Элемент sink1 остается в нулевом значении при поступлении 100 и 200 запросов в минуту. Это означает, что сервер хоть и нагружен, но достаточно эффективно обрабатывает запросы без потери пакетов. В случае, когда количество запросов в минуту достигает 300, наблюдается потеря пакетов и это приводит к росту длины очереди (табл. 2).

Далее в модели имитируется работа модернизированного сервера со следующими параметрами:

1. Общая вместимость – до 500 пользователей. Соответственно, в модели вместимость элемента queue изменилась с 300 до 500 запросов.
2. Время обработки запросов сервером уменьшено с 0,6 с до 0,3 с, а при нагрузке – с 3 с до 1 с соответственно.

Результаты экспериментов по обработке 300, 400 и 500 запросов с модернизированным сервером представлены в табл. 3.

Отмечено, что уже при 400 одновременных запросах сервер находится под достаточно высокой нагрузкой. При обработке до 400 запросов модернизированный сервер успешно работает и доля потерянных пакетов равна нулю. При увеличении количества запросов к серверу от 500 и выше доля потерянных пакетов составляет 6 %.

По результатам выполнения лабораторной работы и проведения экспериментов с базовыми и модернизированными серверами сделаны следующие выводы:

1. При обработке до 200 включительно одновременных запросов остается полностью эффективным базовый сервер. Время отклика стандартное, обработка данных своевременная, без потери пакетов.
2. При обработке запросов от 300 и выше более эффективным является модернизированный сервер.

Таким образом, с помощью разработанной модели в режиме реального времени проведены вычислительные эксперименты по выявлению загруженности серверов и подсчету эффективности их работы. Проведен сравнительный анализ и выданы рекомендации по улучшению работы компании в моделируемых условиях.

Таблица 2 – Доля потери пакетов и длина очереди запросов

Table 2 – Packet loss rate and request queue length

№ эксперимента	Кол-во запросов в минуту	Время, с	Доля потерянных пакетов, %	Длина очереди запросов
1	100	0,6	0	0,15
2	200	1,5	0	30,11
3	300	3	3	233,19

Таблица 3 – Результаты экспериментов с модернизированным сервером

Table 3 – Results of experiments with the upgraded server

№ эксперимента	Кол-во запросов в минуту	Время, с	Доля потерянных пакетов, %	Загруженность сервера из 1	Длина очереди запросов
1	300	0,3	0	0,76	2,06
2	400	0,6	0	0,99	92,86
3	500	1	6	1	509,71

В разработанной имитационной модели добавлена графическая визуализация полученных результатов в виде диаграмм, показывающих долю обработанных и потерянных пакетов. Это позволяет более наглядно воспринимать и учитывать полученные результаты, а также формулировать выводы и рекомендации по улучшению работы моделируемой системы.

Выводы

В работе описано использование имитационного модельного подхода в учебном процессе для изучения функционирования сложных систем. Исследование проводилось для студентов факультета «Информационные системы, экономика и управление» Сибирского автомобильно-дорожного университета из группы ПИБ-21Э1 в рамках выполнения лабораторной работы по дисциплине «Имитационное моделирование». Рассмотрен процесс разработки и исследования имитационной модели обработки запросов сервером. В процессе построения модели использовались современные ресурсы и технологии. Показано, как применяется имитационный модельный подход для анализа и прогнозирования поведения сложных систем. За счет применения в учебном процессе инструментов современных программных продуктов, поддерживающих проведение вычислительных экспериментов в режиме реального времени, поиск оптимальных решений, графическую визуализацию полученных результатов, обучение становится более удобным и наглядным. Это позволяет формировать высокий уровень цифровой грамотности у будущих выпускников вузов.

Полученные результаты могут применяться при оценке функционирования средств вычислительной техники в различных режимах работы с целью выявления слабых мест и повышения работоспособности компании.

Источники

- Анисимова Г. Д., Евсеева С. И. (2020) Междисциплинарные связи математики, информатики и электротехники в техническом вузе. Наука о человеке: гуманитарные исследования, № 1 (39), с. 156–163.
- Атаян А. М., Гурьева Т. Н., Шарабаева Л. Ю. (2021) Цифровая трансформация высшего образования: проблемы, возможности, перспективы и риски. Отечественная и зарубежная педагогика, т. 1, № 2, с. 7–22.
- Барабанова С. В., Кайбияйнен А. А, Крайсман Н. В. (2019) Цифровизация инженерного образования в глобальном контексте. Высшее образование в России, т. 28, № 1, с. 94–103.
- Блинова Т. Н., Федотов А. В., Коваленко А. А. (2021) Соответствие структуры подготовки кадров с высшим образованием потребностям экономики: проблемы и решения. Университетское управление: практика и анализ, т. 25, № 2, с. 13–33.
- Боев В. Д. (2021) Компьютерное моделирование в среде AnyLogic. М., Юрайт, 298 с.

- Веремчук Н. С. (2022a) Об обучении студентов технологиям имитационного моделирования. Материалы IX Всероссийской научно-технической конференции Методика преподавания математических и естественнонаучных дисциплин: современные проблемы и тенденции развития. Омск, с. 16–19.
- Веремчук Н. С. (2022b) Применение имитационного моделирования в задачах планирования и управления медицинской организацией. Наука о человеке: гуманитарные исследования, т. 16, № 3, с. 200–209.
- Кальницкая И. В., Максимочкина О. В. (2022) Формирование цифровых компетенций студентов в рамках учебной дисциплины. Инновации в образовании, № 10, с. 85–95.
- Котлярова И. О. (2022) Цифровая трансформация образования как инновация. Вестник ЮУрГУ. Серия: Образование. Педагогические науки, т. 14, № 1, с. 6–21.
- Макаров В. Л., Бахтизин А. Р., Бекларян Г. Л., Акопов А. С., Ровенская Е. А., Стрелковский Н. В. (2022) Агентное моделирование социально-экономических последствий миграции при государственном регулировании занятости, т. 58, № 1, с. 113–130.
- Масюк Н. Н., Куликова О. М., Усачева Е. В. (2020) Применение имитационного моделирования и агентного подхода при решении задач планирования и оптимизации в здравоохранении РФ. Наука о человеке: гуманитарные исследования, т. 14, № 3, с. 198–207.
- Моисеева Н. А., Полякова Т. А., Ширшова Т. А. (2023) Значимость цифровых сервисов в решении задач информационно-математического моделирования для будущих инженеров, Наука о человеке: гуманитарные исследования, т. 17, № 1, с. 116–128.
- Никифорова Е. В. (2018) Практико-ориентированное проектное обучение – современная модель высшего образования. Экономика. Бизнес. Банки, № 2 (23), с. 168.
- Позднякова И. Р., Шубина Ю. В. (2021) Проблемы обеспечения качества образования в условиях цифровизации и дистанционного обучения в вузе. Вестник ГГУ, № 1, с. 102–115.
- Савотченко С. Е., Перепелкин И. Н., Дунаев Р. А. (2022) Информационная деятельность в библиотеках образовательных организаций в условиях цифровизации общества. Инновации в образовании, № 8, с. 73–82.
- Шалкина Т. Н. (2021) Цифровые сервисы в обучении информатике: опыт интеграции методик удаленного и традиционного обучения. Мир науки. Педагогика и психология, № 3. URL: <https://mir-nauki.com/PDF/28PDMN321.pdf>.
- Щербаков С. М., Теплякова Е. Д., Румянцев С. А., Василенок А. В. (2017) Имитационное моделирование в задачах управления медицинской организацией амбулаторного типа. Социальные аспекты здоровья населения, т. 56, № 4. DOI: 10.21045/2071-5021-2017-56-4-7.
- Beklaryan L., Khachatryan N., Akopov A. (2019) Model for organization cargo transportation at resource restrictions. International Journal of Applied Mathematics, vol. 32, no. 4, pp. 627–640.
- Makarov V. L., Bakhtizin A. R., Beklaryan G. L. (2019) Developing digital twins for production enterprises. Business Informatics, vol. 14, no. 1, pp. 7–16.
- Ordu M., Demir E., Tofallis C., Gunal M. M. (2021) A Novel Healthcare Resource Allocation Decision Support Tool: A Forecasting-Simulation-Optimization Approach. Journal of the Operational Research Society, vol. 72, iss. 3, pp. 485–500.

References

- Anisimova G. D., Evseeva S. I. (2020) Mezhdisciplinarnye svyazi matematiki, informatiki i elektrotekhniki v tekhnicheskom vuze [Interdisciplinary communications of mathematics, informatics and electrical engineering at a technical university]. The Science of Person: Humanitarian Researches, no. 1 (39), pp. 156–163 (In Russian).
- Atayan A. M., Gur'eva T. N., Sharabaeva L. Yu. (2021) Cifrovaya transformatsiya vysshego obrazovaniya: problemy, vozmozhnosti, perspektivy i riski [Digital transformation of higher education: problems, opportunities, prospects and risks]. Otechestvennaya i zarubezhnaya pedagogika, vol. 1, no. 2, pp. 7–22 (In Russian).
- Barabanova S. V., Kajbiyajnen A. A., Krajsman N. V. (2019) Cifrovizatsiya inzhenerenogo obrazovaniya v global'nom kontekste [Digitalization of engineering education in a global context]. Vysshee Vysshee Obrazovanie v Rossii – Higher Education in Russia, vol. 28, no. 1, pp. 94–103 (In Russian).
- Beklaryan L., Khachatryan N., Akopov A. (2019) Model for organization cargo transportation at resource restrictions. International Journal of Applied Mathematics, vol. 32, no. 4, pp. 627–640.
- Blinova T. N., Fedotov A. V., Kovalenko A. A. (2021) Sootvetstvie struktury podgotovki kadrov s vysshim obrazovaniem potrebnostyam ekonomiki: problemy i resheniya [Correspondence of the structure of training of personnel with higher education to the needs of the economy: problems and solutions]. University Management: Practice and Analysis, vol. 25, no. 2, pp. 13–33 (In Russian).
- Boev V. D. (2021) Komp'yuternoe modelirovanie v srede AnyLogic [Computer simulation in the AnyLogic environment]. Moscow, Yurajt Publ., 298 p. (In Russian).
- Kalnitskaya I. V., Maksimochkina O. V. (2022) Formirovaniye tsifrovyykh kompetentsiy studentov v ramkakh uchebnoy distsipliny [Development of Student Digital Competencies in the Academic Discipline]. Innovation in Education, no. 10, pp. 85–95 (In Russian).
- Kotlyarova I. O. (2022) Tsifrovaya transformatsiya obrazovaniya kak innovatsiya [Digital transformation of education as innovation] // Bulletin of the South Ural State University. Ser. Education. Educational Sciences, no. 14 (1), pp. 6–21 (In Russian).

- Makarov V. L., Bakhtizin A. R., Beklaryan G. L. (2019) Developing digital twins for production enterprises. *Business Informatics*, vol. 14, no. 1, pp. 7–16.
- Makarov V. L., Bakhtizin A. R., Beklaryan G. L., Akopov A. S., Rovenskaya E. A., Strelkovskiy N. V. (2022) Agentnoe modelirovanie social'no-ekonomicheskikh posledstviy migratsii pri gosudarstvennom regulirovanii zanyatosti [Agent-based modeling of socio-economic consequences of migration under state regulation of employment]. *Economics and Mathematical Methods*, vol. 58, no. 1, pp. 113–130 (In Russian).
- Masyuk N. N., Kulikova O. M., Usacheva E. V. (2020). Primenenie imitacionnogo modelirovaniya i agentnogo podhoda pri reshenii zadach planirovaniya i optimizatsii v zdavoohranenii RF [Application of simulation modeling and agent approach in solving planning and optimization problems in healthcare of the Russian Federation]. *The Science of Person: Humanitarian Researches*, vol. 14, no. 3, pp. 198–207. DOI: 10.17238/issn1998-5320.2020.14.3.24 (In Russian).
- Moiseeva N. A., Polyakova T. A., Shirshova T. A. (2023) Znachimost' cifrovyyh servisov v reshenii zadach informacionno-matematicheskogo modelirovaniya dlya budushchih inzhenerov [The digital services significance to solve tasks of information and mathematical modeling for future engineers]. *Russian Journal of Social Sciences and Humanities*, vol. 17, no. 1, pp. 116–128. DOI: 10.57015/issn1998-5320.2023.17.1.13 (In Russian).
- Nikiforova E. V. (2018) Praktiko-orientirovannoe proektnoe obuchenie-sovremennaya model' vysshego obrazovaniya [Practice-oriented project-based learning is a modern model of higher education]. *Economy. Business. Banks*, no. 2 (23), p. 168 (In Russian).
- Ordu M., Demir E., Tofallis C., Gunal M. M. (2021) A Novel Healthcare Resource Allocation Decision Support Tool: A Forecasting-Simulation-Optimization Approach. *Journal of the Operational Research Society*, vol. 72, iss. 3, pp. 485–500.
- Pozdnyakova I. R., Shubina Yu. V. (2021) Problemy obespecheniya kachestva obrazovaniya v usloviyah cifrovizatsii i distantsionnogo obucheniya v vuze [Problems of ensuring the quality of education in the context of digitalization and distance learning at universities]. *Vestnik GSU*, no.1, pp. 102–115 (In Russian).
- Savotchenko S. E., Perepelkin I. N., Dunaev R. A. (2022) Informatsionnaya deyatelnost' v bibliotekakh obrazovatel'nykh organizatsiy v usloviyakh tsifrovizatsii obshchestva [Information activities and information support in the libraries of educational organizations in the context of the digitalization of society]. *Innovation in Education*, no. 8, pp. 73–82 (In Russian).
- Shalkina T. N. (2021) Cifrovye servisy v obuchenii informatike: opyt integratsii metodik udalennogo i tradicionnogo obucheniya [Digital services in computer science education: experience in integrating remote and traditional teaching methods]. *World of Science. Pedagogy and psychology*, no. 3. Available at: <https://mir-nauki.com/PDF/28PDMN321.pdf> (In Russian).
- Shcherbakov S. M., Teplyakova E. D., Rumyantsev S. A., Vasilenok A. V. (2017) Imitatsionnoe modelirovanie v zadachakh upravleniya meditsinskoy organizatsiey ambulatornogo tipa [Simulation modeling in the problems of managing an outpatient medical organization]. *Social aspects of public health*, no. 4. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/imitatsionnoe-modelirovanie-v-zadachah-upravleniya-meditsinskoy-organizatsiey-ambulatornogo-tipa> (In Russian).
- Veremchuk N. S. (2022a) Ob obuchenii studentov tekhnologiyam imitacionnogo modelirovaniya [On training students in simulation technologies]. *Materialy IX Vserossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii Metodika prepodavaniya matematicheskikh i estestvennonauchnykh disciplin: sovremennye problemy i tendentsii razvitiya* [Materials of the IX All-Russian Scientific and Technical Conference Methods of teaching mathematical and natural science disciplines: modern problems and development trends]. Omsk, pp. 16–19 (In Russian).
- Veremchuk N. S. (2022b) Primenenie imitacionnogo modelirovaniya v zadachah planirovaniya i upravleniya medicinskoj organizatsiej [Application of simulation modeling in medical organization planning and management]. *Russian Journal of Social Sciences and Humanities*, vol. 16, no. 3, pp. 200–209. DOI: 10.57015/issn1998-5320.2022.16.3.20 (In Russian).

Информация об авторе

Веремчук Наталья Сергеевна

Кандидат физико-математических наук, доцент кафедры прикладной информатики. Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ), г. Омск, РФ.
ORCID ID: 0000-0002-2709-9755.
E-mail: n-veremchuk@rambler.ru

Autor's information

Natalya S. Veremchuk

Cand. Sc. (Physic. and Mathemat.), Associate Professor of Applied Informatics Department. The Siberian State Automobile and Highway University, Omsk, Russian Federation.
ORCID ID: 0000-0002-2709-9755.
E-mail: n-veremchuk@rambler.ru