



© CC BY Коллектив авторов, 2022
УДК 614.2 : 61.001.57
DOI: 10.24884/1607-4181-2022-29-3-17-23

Е. А. Цебровская*, В. М. Теплов, К. С. Клюковкин, Д. М. Прасол, С. Ф. Багненко

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

ВОЗМОЖНОСТИ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ПРАКТИКЕ СИСТЕМЫ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

Поступила в редакцию 06.06.2022 г.; принята к печати 18.07.2022 г.

Резюме

Введение. Представлен опыт пятилетнего использования имитационного моделирования для оптимизации работы в сфере организации здравоохранения. Рассмотрены работы на примере организации процесса трехуровневой системы организации оказания скорой медицинской помощи в регионах, а также представлены примеры практического применения компьютерного моделирования для усовершенствования работы стационарного отделения скорой медицинской помощи.

Цель — изучить различные методы и подходы к реализации имитационного моделирования, применяемые на практике в системе здравоохранения. Рассмотреть возможности имитационного моделирования на платформе «FlexsimHC».

Методы и материалы. Проведен анализ методов и программного обеспечения, применяемого для создания имитационной модели в сфере здравоохранения. Рассмотрены основные возможности использования процессного моделирования на платформе «FlexsimHC» на примере проектирования работы внутри стационара и вне его.

Результаты. После проведения ряда экспериментов в виртуальном пространстве полученные данные были применены на практике. На примере выполненного проекта имитационной модели региона был предложен реальный путь оптимизации оказаний экстренной медицинской помощи в регионе. Также проведены эксперименты на моделях стационарного отделения скорой медицинской помощи, по результатам которых выявлены пути оптимизации рабочего процесса, направленного на снижение длительности нахождения внутри отделения, на адекватное распределение потоков пациентов, позволяющее своевременно провести все необходимые лечебно-диагностические мероприятия без дополнительной нагрузки на медицинский персонал.

Заключение. Имитационное моделирование — ключ для решения логических проблем современного планирования, позволяющий снизить риски ошибок логистики в реальном времени.

Ключевые слова: имитационное моделирование, бизнес-процесс, стационарное отделение скорой медицинской помощи, организация здравоохранения

Для цитирования: Цебровская Е. А., Теплов В. М., Клюковкин К. С., Прасол Д. М., Багненко С. Ф. Возможности имитационного моделирования в практике системы здравоохранения. *Учёные записки ПСПбГМУ им. акад. И. П. Павлова*. 2022;29(3):17–23. DOI: 10.24884/1607-4181-2022-29-3-17-23.

* Автор для связи: Екатерина Андреевна Цебровская, ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И. П. Павлова Минздрава России, 197022, Россия, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6-8. E-mail: tserina@bk.ru.

Ekaterina A. Tsebrovskaya*, Vadim M. Teplov, Konstantin S. Klyukovkin, Denis M. Prasol, Sergei F. Bagnenko

Pavlov University, Saint Petersburg, Russia

POSSIBILITIES OF SIMULATION MODELING IN THE PRACTICE OF THE HEALTHCARE SYSTEM

Received 06.06.2022; accepted 18.07.2022

Summary

Introduction. This article presents the experience of five years of using simulation modeling to optimize work in the field of healthcare organization. Works are considered on the example of organizing the process of a three-level system for orga-

nizing emergency medical care in the regions, and examples of the practical application of computer modeling to improve the work of an inpatient emergency department are presented.

The objective was to study various methods and approaches to the implementation of simulation modeling used in practice in the healthcare system. Consider the possibilities of simulation modeling on the FlexsimHC platform.

Methods and materials. The analysis of methods and software used to create a simulation model in the healthcare sector was carried out. The main possibilities of using process modeling on the FlexsimHC platform were considered on the example of designing work inside and outside the hospital.

Results. After a series of experiments in the virtual space, the data obtained were put into practice. On the example of the completed project of the simulation model of the region, a real way to optimize the emergency medical care in the region was proposed. Experiments were also carried out on models of an inpatient emergency department, the results of which revealed ways to optimize the workflow aimed at reducing the duration of stay inside the department, at an adequate distribution of patient flows, allowing timely implementation of all necessary medical and diagnostic measures without additional burden on medical personnel.

Conclusion. Simulation modeling is the key to solving the logical problems of modern planning, allowing to reduce the risks of logistics errors in real time.

Keywords: simulation modeling, business process, inpatient emergency department, healthcare organization

For citation: Tsebrovskaya E. A., Teplov V. M., Klyukovkin K. S., Prasol D. M., Bagnenko S. F. Possibilities of simulation modeling in the practice of the healthcare system. *The Scientific Notes of Pavlov University*. 2022;29(3):17–23. (In Russ.). DOI: 10.24884/1607-4181-2022-29-3-17-23.

* **Corresponding author:** Ekaterina A. Tsebrovskaya, Pavlov University, 6-8, L'va Tolstogo str., Saint Petersburg, 197022, Russia. E-mail: tserina@bk.ru.

ВВЕДЕНИЕ

Предпосылками к появлению имитационного моделирования были, в первую очередь, экономические аспекты рыночной системы. Применение различных программ для создания имитационной модели позволило автоматизировать решение сложных математических задач, сократить время анализа полученных результатов, а также снизить риски экономических потерь. По мере внедрения компьютеров в повседневную деятельность для создания моделей были разработаны программные обеспечения, позволяющие прорабатывать и визуализировать логические цепочки процессного моделирования [1]. Такой подход позволяет использовать данную методику в промышленной, торгово-экономической и медицинской сферах работы человека, что открывает возможности использования принципов системы массового обслуживания, прорабатывать бизнес-процесс и прогнозировать возможные результаты во время проведения экспериментов на модели.

Целью работы было исследовать возможности применения имитационного моделирования для планирования работы как внутри стационара, так и вне его.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Рынок программного обеспечения, позволяющий осуществлять имитационное моделирование, на сегодняшний день довольно разнообразен. Каждая из отдельных программ направлена на решение определенных задач [2]. Существуют программы для создания модели с помощью универсальных языков программирования, таких как C++, Delphi, Pascal. В данном случае программы направлены на изучение системной динамики, задача которой состоит в проведении расчета уравнений со связанными входными с выходными величинами. Для создания модели с применением специализи-

рованных языков моделирования применяются такие продукты, как «GPSS», «AnyLogic», позволяющие изучать динамические системы, отображающие взаимодействие элементов модели во времени и пространстве. Следующие группы программ представлены в виде включения средств имитационного моделирования в обычные математические компьютерные системы. Это системы «Simulink», «Matlab», «Mathcad» и «Mathematica». Это программы, предназначенные для выполнения разнообразных математических и технических расчетов с помощью формул, чисел, графиков и текстов.

Все эти программы требуют дополнительного образования, однако для программирования обычными пользователями есть компьютерные программы для построения моделей при помощи специализированных компьютерных сред. Это программные обеспечения «Arena», «AnyLogic», «GPSS World», «VisSim», «FlexSim». Преимуществами данных программ являются отсутствие необходимости программирования в виде последовательности команд, а также наличие большой библиотеки графических модулей. Последнее облегчает восприятие как самого процесса моделирования, так и обработку результатов экспериментов обычными пользователями.

Мы использовали в работе программный продукт «FlexSimHC», разработанный для моделирования в медицинской сфере, включающий в себя обширную графическую библиотеку [3]. Данная программа позволяет анализировать все компоненты маршрутизации пациентов и оценивать их влияние на систему здравоохранения в виртуальной среде, а также переносить готовые решения в реальный мир. 3D-визуализация «FlexSimHC» с использованием новейшей графики OpenGL позволяет визуально оценить работу модели в реальном времени, выявить и изучить интересные проблемы, а также найти оптимальное решение

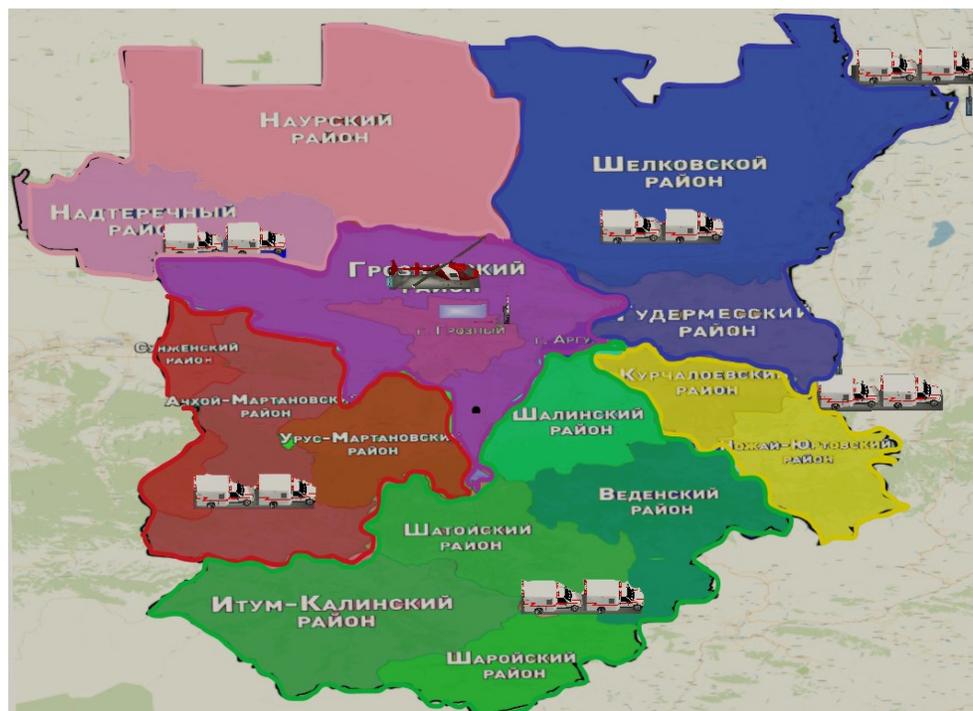


Рис. 1. Имитационная модель трехуровневой системы оказания экстренной медицинской помощи на примере Чеченской Республики

Fig. 1. Simulation model of a three-level system of emergency medical care on the example of the Chechen Republic

для увеличения эффективного рабочего процесса. Все эти направления и программные обеспечения используются в различных сферах планирования работы человека, выбор программы ограничивается поставленными перед моделированием задачами.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В программе, в которой были поэтапно созданы модель маршрутизации пациентов в регионе и модель отделения скорой медицинской помощи, проведены эксперименты, направленные на изучение возможности самой программы, выявление проблем в логистике передвижения пациентов, а также найдены возможные пути для их решения [4].

При создании виртуальной модели первым делом было необходимо определиться с границами модели, которые в последующем определяют объект для изучения в виртуальном редакторе. В случае создания модели оптимизации работы трехуровневой системы организации оказания медицинской помощи объектом стал субъект Российской Федерации. Для этого в программу заносилась подготовленная карта региона, на которой размещались интересующие компоненты, в нашем случае — это стационары, подстанции скорой медицинской помощи и машины скорой медицинской помощи. Все стационары на модели были представлены условной единицей абстракции, которая представляла собой точку на области карты самого региона, как это показано на приме-

ре имитационной модели трехуровневой системы оказания экстренной медицинской помощи на примере Чеченской Республики (рис. 1) [5]. После подготовки модели в нее были занесены исходные данные, полученные при анализе сведений о медицинских организациях и их деятельности, согласно представленным формам Федерального статистического наблюдения № 14 «Сведения о деятельности подразделений медицинской организации, оказывающих медицинскую помощь в стационарных условиях» и № 30 «Сведения о медицинской организации» за исследуемый период. На основе последних была создана карта данных, формируемых для изучения региона. Совместно с руководством здравоохранения субъекта определялись границы медицинских округов, были выделены шесть медицинских округов, в каждом из которых были определены стационары I, II и III уровней, исходя из географических особенностей, транспортной доступности, плотности населения, других факторов. Основным параметром для модели было время, за которое обеспечивались госпитализации пациентов в стационар, где возможно оказание медицинской помощи в исчерпывающем объеме. В результате многократного запуска модели была сформирована адекватная модель.

В данном случае рассматривалась возможность оптимизации, направленная на снижение числа госпитализированных в стационары I уровня. По результатам работы перераспределение потоков пациентов позволило обеспечить в модели госпитализацию всех экстренных пациентов в

Число поступлений в стационары различных уровней Чеченской Республики в имитационной модели

The number of admissions to hospitals of various levels of the Chechen Republic in the simulation model

Уровень оказания медицинской помощи	Число стационаров	Число пациентов, поступивших в течение года		Число экстренных поступлений в сутки		
		до	после	до	после	уровень значимости
III	1	5225	6878	(14,3±1,3)	(18,8±1,8)	p<0,05
II	6	33069	31893	(92,1±2,8)	(87,3±2,3)	p>0,05
I	9	3850	3373	(10,5±2,1)	(8±1)	p>0,05

стационары, где им могла быть обеспечена медицинская помощь в исчерпывающем объеме без последующих перегоспитализаций.

Это привело к снижению числа госпитализаций в стационары I уровня и достоверному увеличению медицинской эвакуации сразу в головное лечебное учреждение региона – Республиканскую клиническую больницу им. Эпендиева – с (14,3±1,3) до (18,8±1,8) экстренного обращения в сутки (таблица).

Эксперименты подобного масштаба в реальности провести не представляется возможным, а математические расчеты не всегда справляются со всеми неизвестными данными, которые могут повлиять на результат интересующего вопроса. По нашему мнению, единственно верным решением проблемы планирования того или иного вида медицинской помощи является использование имитационного моделирования. В результате его применения на примере субъекта можно понять общую картину маршрутизации, изъяны действующих подходов, а также возможные пути решений для оптимизации рабочего процесса.

Следующим практическим применением имитационного моделирования стала оптимизация работы внутри отделения на примере процессного моделирования работы стационарного отделения скорой медицинской помощи (СМП). Объектом изучения в данном случае было стационарное отделение скорой медицинской помощи, реально функционирующее на базе НИИ хирургии и неотложной медицины ПСПбГМУ им. И. П. Павлова. На основании ретроспективного анализа работы отделения была разработана концептуальная модель отделения и подготовлены исходные данные о входящем потоке пациентов, принципах формирования очереди, вероятности пути следования пациентов внутри отделения, а также выявлены условия для дальнейшего перемещения на различных этапах диагностики [6]. Были созданы графические диаграммы и определены наиболее вероятные сценарии развития событий. После подготовительного этапа на платформе программного обеспечения «FlexSimHC» была создана виртуальная модель отделения (рис. 2), включающая в себя функционально значимые элементы, штатное расписание, а также ожидаемый поток пациентов согласно данным выгрузки из медицинской информационной системы за реальный календарный

год. Выполнен запуск модели, проведена оценка ее адекватности на основе сравнения полученных данных с отчетом за прошедший год.

В последующем с моделью были проведены эксперименты, направленные на определение возможности работы отделения: оценена пропускная способность отделения, рассмотрена возможность работы в условиях массового поступления пациентов в течение часа, определены оптимальные значения потока поступающих пациентов при данном штатном расписании.

Согласно нашим данным, в режиме повседневной деятельности стационарное отделение скорой медицинской помощи университетской клиники ежедневно принимало 25–30 пациентов по экстренным показаниям. При ретроспективном анализе поступающих потоков пациентов можно разделить по тяжести состояния в следующем процентном соотношении: 10 % пациентов реанимационного профиля, 70 % пациентов средней степени тяжести и 20 % пациентов легкой степени тяжести. Само отделение представлено тремя основными функциональными зонами: красной, желтой и зеленой, что обозначено соответствующим цветом на схеме (рис. 2). Штатное расписание отделения представлено 1 врачом анестезиологом-реаниматологом в палате реанимации и интенсивной терапии (красной зоне), одним врачом СМП, обеспечивающим лечебно-диагностический процесс «зеленого» и «желтого» потоков; 3 медицинскими сестрами, каждая из которых работала в своей «зоне», а на медицинскую сестру «зеленой» зоны были также возложены обязанности триажа. Кроме этого, круглосуточно работал 1 медицинский регистратор, который осуществлял первичное оформление медицинской карты каждого обратившегося за медицинской помощью. В рамках первого эксперимента было увеличено число поступающих пациентов в течение суток с 25 до 50. Данные изменения привели к удлинению сроков пребывания пациентов в стационарном отделении скорой медицинской помощи. Но увеличение их задержки для «зеленого» потока не превышало 3 ч, что представляется вполне приемлемым (рис. 3).

Для определения максимального значения потока поступающих пациентов при данном штатном расписании в эксперименте было увеличено число поступающих пациентов до 100, однако при



Рис. 2. Имитационная модель стационарного отделения скорой медицинской помощи
 Fig. 2. The simulation model of the Inpatient emergency department

данном штатном расписании модель переставала работать, выдавая ошибки. Опытным путем в модель добавили дополнительные койко-места в «желтую» и «красную» зоны, а также увеличили число сотрудников. Оптимальным значением для новых условий работы явилось обязательное круглосуточное присутствие 1 врача — анестезиолога-реаниматолога, 4 врачей СМП, 5 медицинских сестер, 2 санитаров и 2 медицинских регистраторов (рис. 4), а коечный фонд был увеличен до 12 коек в палате динамического наблюдения («желтой» зоны) и 6 коек в ПРИТ («красной» зоны).

Все полученные данные, а именно — численность штата и коечная емкость, — не превышали таковые, предложенные в Приказе Министерства здравоохранения Российской Федерации от 20 июня 2013 г. № 388н «Об утверждении Порядка оказания скорой, в том числе скорой специализированной, медицинской помощи», что также свидетельствует о достаточно высоком соответствии модели оригиналу.

Следующей задачей исследования, решенной с помощью имитационного моделирования, было изучение перспектив расширения профессиональных обязанностей врача скорой медицинской помощи, а именно — применение ультразвуковых (УЗ) скрининговых методик у постели больного [7]. Для наиболее точных расчетов осуществлялся хронометраж времени 50 случаев каждого вида исследования, применяемого в стационарном

отделении скорой медицинской помощи. В результате были получены временные интервалы выполнения инструментальных исследований и консультаций на 1 больного. Полученные данные были загружены в модель, и после оценки адекватности модели проведен эксперимент со снижением частоты использования ультразвуковых исследований, выполняемых сторонним специалистом, от исходных 0,678 до 0,31 при условии поступления 75 человек в сутки. В случае, когда исследовательская нагрузка перераспределялась на врача скорой медицинской помощи, время работы его с пациентом было увеличено на 10 мин для выполнения УЗ-скрининга. В результате 10-дневного эксперимента достоверно снизилось время пребывания пациентов в «желтой» и «зеленой» зонах, а также было отмечено существенное уменьшение нагрузки на средний медицинский персонал. Данные изменения обусловлены, по нашему мнению, отсутствием необходимости в транспортировке пациентов в кабинеты для исследований, а также уменьшением времени ожидания сторонних консультантов для проведения повторных осмотров после исследований. После проведенного эксперимента полученные результаты были применены на практике. Регулярное использование УЗ-скрининга в рутинной практике врача СМП показало, что число значимых ошибок не превышало 4 %, однако сохранялась высокая частота повторных УЗ-исследований с привлечением специалиста

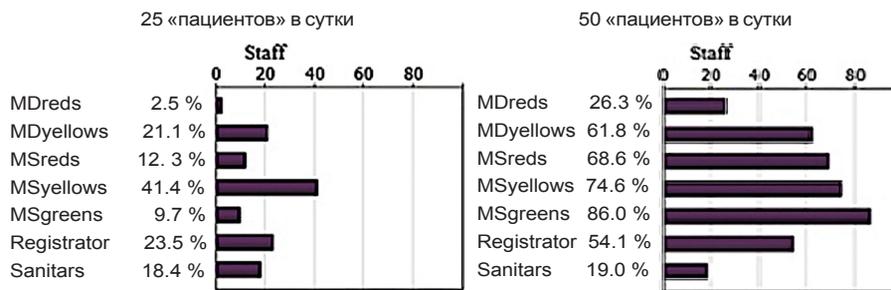


Рис. 3. Изменение нагрузки на персонал отделения
 Fig. 3. The change in the burden on medical personnel of the department

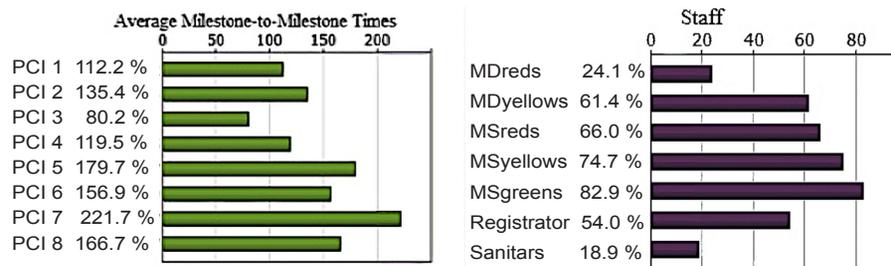


Рис. 4. Среднее время пребывания «пациента» и нагрузка на «персонал» в «СтОСМП» при 100 поступлениях в сутки при увеличении штата и числа коек
 Fig. 4 The average stay time of the «patient» and the burden on «medical personnel» in the «inpatient emergency department» with 100 admissions per day with an increase in staff and the number of beds

УЗ-диагностики. Это обусловлено как отличиями информативности скрининг-протоколов от комплексного УЗ-исследования, так и необходимостью более глубокого изучения данной методики в программе ординатуры по специальности «Скорая медицинская помощь».

В последующем был проведен эксперимент, направленный на выявление оптимальной работы отделения в условиях пандемии COVID-19 [8]. В клинике предполагалось перепрофилировать 250 коек для оказания помощи пациентам с новой коронавирусной инфекцией. Практический опыт перепрофилированных стационаров показывал, что наиболее интенсивное заполнение коечного фонда осуществляется в первые 2–3 дня с момента открытия. Согласно данным, полученным в имитационной модели, для адекватного функционирования отделения потребовалось 3 медицинских регистратора, 3 врача и 6 медицинских сестер. В этом случае загруженность сотрудников отделения не превышала 75 %, что, в свою очередь, позволило признать модель адекватной, а работу в таких условиях — эффективной. Развернутого коечного фонда отделения (6 реанимационных коек, 10 коек палаты динамического наблюдения, 20 сидячих мест зала ожидания) оказалось достаточно, чтобы принимать до 164 больных COVID-19 за 24 ч. Длительность задержки пациентов в отделении при этом составила порядка (110±4,6) мин, включая в себя весь необходимый спектр обследований внутри отделения, а также стабилизацию состояния, вплоть до проведения искусственной вентиляции легких. Полученные данные экспери-

мента были использованы на практике. При ретроспективном анализе среднее время задержки пациента в приемном отделении составило (115±5,8) мин, что достоверно не отличалось от расчетных данных, полученных при помощи имитационного моделирования ($p > 0,05$).

ВЫВОДЫ

1. Для эффективного решения организационных проблем различного уровня масштабирования (от уровня субъекта до навыков отдельного специалиста) в здравоохранении необходимо использование моделирования с применением современных компьютерных программ.

2. Представленный опыт использования создания имитационных моделей позволяет выявить и предотвратить проблемы при оказании медицинской помощи в экстренной и неотложной формах на этапе планирования до внедрения нового организационного подхода в практику.

3. Прицельное изучение отдельных структурных подразделений медицинской организации в имитационной модели позволяет выявить возможные решения для рационального использования технологий, а также снизить нагрузку на персонал в повседневной работе и при чрезвычайных ситуациях.

Конфликт интересов

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

Authors declare no conflict of interest

Соответствие нормам этики

Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо, и правила обращения с животными в случаях их использования в работе. Подробная информация содержится в Правилах для авторов.

Compliance with ethical principles

The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary, and the rules of treatment of animals when they are used in the study. Author Guidelines contains the detailed information.

ЛИТЕРАТУРА

1. Якимов И. М. и др. Сравнение систем имитационного моделирования вероятностных объектов с графическим вводом структурных схем // Известия Самар. науч. центра РАН. – 2016. – Т. 18, № 2 (3).
2. Кораблев Ю. А. Имитационное моделирование: учеб. пособие. М.: КНОРУС, 2017. – 146 с.
3. Пальмов С. В., Жуйкова А. А. Обзор возможностей системы имитационного моделирования Flexsim в сфере здравоохранения // Международный науч.-исслед. журн. – 2018. – № 1. – С. 124–127.
4. Якимов И. М. Имитационное моделирование вероятностных объектов в системе Flexsim // Вестн. технолог. ун-та. – 2016. – Т. 19, № 21.
5. Теплов В. М. и др. Имитационное моделирование трехуровневой системы медицинской помощи в экстренной форме в Чеченской Республике // Скорая мед. помощь. – 2020. – Т. 21, № 2. – С. 9–14.
6. Цебровская Е. А. и др. Использование FlexSim Healthcare в оптимизации работы стационарного отделения скорой медицинской помощи // Имитационное моделирование: теория и практика. ИММОД – 2017. – СПб., 2017. – 592 с.
7. Теплов В. М. и др. Ультразвуковая диагностика в руках врача стационарного отделения скорой медицинской помощи (СтОСМП): имитационное моделирование

Информация об авторах

Цебровская Екатерина Андреевна, младший научный сотрудник лаборатории организации здравоохранения, ассистент кафедры скорой медицинской помощи и хирургии поврежденных, врач стационарного отделения скорой медицинской помощи, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова (Санкт-Петербург, Россия); **Теплов Вадим Михайлович**, доктор медицинских наук, руководитель отдела скорой медицинской помощи, доцент кафедры скорой медицинской помощи и хирургии поврежденных, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова (Санкт-Петербург, Россия); **Клюковкин Константин Сергеевич**, доктор медицинских наук, профессор кафедры общественного здоровья и здравоохранения с курсом экономики и управления здравоохранением, проректор по послевузовскому образованию, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова (Санкт-Петербург, Россия); **Прасол Денис Михайлович**, врач стационарного отделения скорой медицинской помощи, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова (Санкт-Петербург, Россия); **Багненко Сергей Фёдорович**, доктор медицинских наук, профессор, академик РАН, ректор, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова (Санкт-Петербург, Россия).

Information about authors

Tsebrovskaya Ekaterina A., Junior Research Fellow of the Laboratory of Healthcare Organization, Assistant of the Department of Emergency Medicine and Injury Surgery, Doctor of the Inpatient Emergency Department, Pavlov University (Saint Petersburg, Russia); **Teplov Vadim M.**, Dr. of Sci. (Med.), Head of the Emergency Department, Associate Professor of the Department of Emergency Medicine and Injury Surgery, Pavlov University (Saint Petersburg, Russia); **Klyukovkin Konstantin S.**, Vice-Rector for Postgraduate Education, Professor of the Department of Public Health and Healthcare with a Course in Economics and Healthcare Management, Dr. of Sci. (Med.), Pavlov University (Saint Petersburg, Russia); **Prasol Denis M.**, Doctor of the Inpatient Emergency Department, Pavlov University (Saint Petersburg, Russia); **Bagnenko Sergei F.**, Dr. of Sci. (Med.), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Rector, Pavlov University (Saint Petersburg, Russia).

и практическая реализация // Казан. мед. журн. – 2019. – № 100 (3). – С. 488–491.

8. Теплов В. М. и др. Применение имитационного моделирования для оптимизации работы стационарного отделения скорой медицинской помощи в многопрофильном стационаре в условиях перепрофилирования медицинского учреждения на прием пациентов с новой коронавирусной инфекцией // Скорая мед. помощь. – 2020. – Т. 21, № 4. – С. 11–16.

REFERENCES

1. Yakimov I. M. et al. Comparison of simulation systems for probabilistic objects with graphical input of block diagrams // Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2016;18(2(3)). (In Russ.).
2. Korablev U. A. Simulation modeling. Moscow, KNORUS, 2017:146. (In Russ.).
3. Pal'mov S. V., Zhuykova A. A. An overview of the capabilities of the Flexsim simulation system in the field of healthcare // International scientific research and. 2018;(1):124–127. (In Russ.).
4. Yakimov I. M. Simulation modeling of probabilistic objects in the Flexsim system // Bulletin of the Technological University. 2016;19(21). (In Russ.).
5. Teplov V. M. et al. Simulation modeling of a three-level system of medical care in an emergency form in the Chechen Republic // Emergency medical care. 2020;21(2):9–14. (In Russ.).
6. Tsebrovskaya E. A. et al. Using FlexSim Healthcare to optimize the work of an inpatient emergency department // Simulation Modeling: Theory and practice. IMMOD – 2017. SPb., 2017:592. (In Russ.).
7. Teplov V. M. et al. Ultrasound diagnostics in the hands of an inpatient emergency department doctor (ED): simulation modeling and practical implementation // Kazan Medical Journal. 2019;(100(3)):488–491. (In Russ.).
8. Teplov V. M. et al. The use of simulation modeling to optimize the work of an inpatient emergency department in a multidisciplinary hospital in the context of reprofiling a medical institution to receive patients with a new coronavirus infection // Emergency medical care. 2020;(4):11–16. (In Russ.).