



Болгарев Д.В.<sup>1</sup>, Сивашченко П.П.<sup>1</sup>, Волкова Я.Я.<sup>1</sup>, Бабин Ю.М.<sup>1</sup>

### ВОЗМОЖНОСТИ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОЛЕВОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

<sup>1</sup> ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации, г. Санкт-Петербург, 194044, ул. Академика Лебедева, д. 6, Россия

**Резюме.** При работе полевой медицинской организации в ходе лечебно-эвакуационного обеспечения военных конфликтов в условиях массового оказания медицинской помощи в наличии интенсивных потоков пациентов возникают вопросы взаимосвязи сил и средств медицинской службы, кадровых ресурсов, достаточности объемов медицинского имущества и других необходимых ресурсов для оказания медицинской помощи. Имитационное моделирование позволяет оптимальным образом распределить силы и средства медицинской службы в зависимости от мощности и структуры санитарных потерь и является актуальным направлением информатизации деятельности медицинской службы в мирное и военное время. Основной целью моделирования является создание такой модели, которая бы обеспечивала схожесть результатов её работы с реальными данными, получаемыми при проведении практических мероприятий - различных видов медицинских манипуляций, результатов проведения учений и т.д. После этого, создавая модель потока пациентов различных категорий, целесообразно определить наиболее узкие места в работе военно-медицинских организаций, загруженность специалистов и оптимизировать потоки пациентов. Моделирование позволяет убрать из структуры плеча эвакуации те или иные звенья или скомпоновать их в другой последовательности для получения оптимального результата, которым может быть достижение наилучших результатов оказания помощи, обеспечение соответствия пропускной способности плеча эвакуации поступающему потоку пациентов, оптимальное использование ресурсов медицинской службы.

**Ключевые слова:** Вооруженные Силы, военная медицина, медицинская служба, имитационное моделирование, этап эвакуации, раненые, больные.

Bolgarev D.V.<sup>1</sup>, Sivashchenko P.P.<sup>1</sup>, Volkova Ya.Ya.<sup>1</sup>, Babin Yu.M.<sup>1</sup>

### THE POSSIBILITY OF SIMULATION OF THE FIELD MEDICAL ORGANIZATION

<sup>1</sup> S.M. Kirov Military Medical Academy of the Ministry of Defense of the Russian Federation, St. Petersburg, Ac. Lebedeva str., 6, Russia

**Abstract.** When working with a field medical organization in the course of medical evacuation support for military conflicts in the conditions of mass medical care in the presence of intensive patient flows, questions arise about the relationship between the forces and means of the medical service, human resources, sufficiency of medical equipment and other necessary resources for medical care. Simulation allows optimal distribution of forces and resources of the medical service depending on the capacity and structure of health losses and is an important direction of informatization of the medical service in peace and war. The main purpose of modeling is creating a model that would ensure the similarity of its results with real data obtained during practical activities - the various types of medical procedures, results of exercises, etc. After that, creating a model of the flow of patients in different categories, it is advisable to determine the most weaknesses in the work of the military-medical organizations, doctors' workload and to optimize the flow of patients. Modeling allows you to remove certain links from the structure of the evacuation arm or put them together in a different sequence to obtain the optimal result, which can be achieving the best results of care, ensuring that the capacity of the evacuation arm corresponds to the incoming flow of patients, and optimal use of medical service resources.

**Keywords:** Armed Forces, military medicine, medical service, simulation, evacuation stage, wounded, sick.

**Введение.** При работе полевой медицинской организации в ходе лечебно-эвакуационного обеспечения военных конфликтов в условиях массового оказания медицинской помощи в наличии интенсивных потоков пациентов возникают вопросы взаимосвязи сил и средств медицинской службы, кадровых ресурсов, достаточности объемов медицинского имущества и других необходимых ресурсов для оказания медицинской помощи. Имитационное моделирование позволяет оптимальным образом распределить силы и средства медицинской службы в зависимости от мощности и структуры санитарных потерь и является актуальным направлением информатизации деятельности медицинской службы в мирное и военное время.

**Цель исследования:** повысить качество принятия управляющих решений специалистами органов управления медицинской службы ВС РФ по организации работы медицинской роты путем моделирования работы полевой медицинской организации в режиме реального времени.

**Материалы и методы.** Использовались имеющиеся модели работы различных медицинских организаций в системе охраны здоровья граждан, показавшие свою целесообразность. Модель работы полевой медицинской организации создавалась на основе среды дискретно-событийного моделирования программы AnyLogic.

**Результаты и обсуждение.** Уровень информационных технологий предлагают широкие возможности для разработки различных методов автоматизации, упрощающих повседневную жизнь. В военно-прикладной среде перспективным направлением являются алгоритмы, использующие возможности тематического и имитационного (дискретно-событийного и агентного) моделирования, касающиеся медицинского обеспечения в Вооруженных Силах Российской Федерации, позволяющие создавать алгоритмы прогнозирования нагрузки на этапы эвакуации раненых путем моделирования складывающейся обстановки в различных условиях в режиме реального времени в среде дискретно-событийного моделирования.

Основной целью моделирования является создание такой модели, которая бы обеспечивала схожесть результатов её работы с реальными данными, получаемыми при проведении практических мероприятий - различных видов медицинских манипуляций, результатов проведения учений и т.д.

После этого, создавая модель потока пациентов различных категорий, целесообразно определить наиболее узкие места в работе военно-медицинских организаций, загруженность специалистов и оптимизировать потоки пациентов.

При моделировании необходимо учитывать, что при оказании медицинской помощи (в порядке само- и взаимопомощи), выносе (вывозе) раненых, больных и пораженных, медицинской эвакуации могут использоваться человеческие и материальные ресурсы, не относящиеся к медицинской службе.



Для создания модели потребовалось изучить организационно-штатную структуру моделируемых медицинских рот, функциональные подразделения согласно прилагаемым схемам развертывания, возможности и организацию работы по оказанию помощи раненым и больным. Исследовать вопросы организации работы этапа медицинской эвакуации и обеспечения медицинским имуществом с использованием новой организационно-штатной структуры; исследовать использование стандарта первой врачебной помощи и стандарта мероприятий, выполняемых в подразделениях медицинской роты полка.

На основе концептуальной модели организации оказания специализированной медицинской помощи организацию оказания медицинской помощи раненым и больным в зоне военного конфликта можно представить в виде сетевой модели. Узлы модели представлены военными лечебными учреждениями зонального и окружного уровней, центра, а также мобильными силами и средствами медицинской службы войскового звена. Дуга, соединяющая два узла, соответствует плечу медицинской эвакуации. В силу множества случайных факторов, сопутствующих процессам оказания медицинской помощи и процессам эвакуации раненых и больных, можно говорить о стохастической системе.

Количественное описание системы лечебно-эвакуационного обеспечения войск может быть дано для различных вариантов детализации процесса ее функционирования, определяемых как содержанием исходной информации, так и требованиями к результирующим показателям.

Разработанная модель позволяет выводить полученные данные в виде схем и диаграмм. Наглядное изображение информации позволяет оперативно оценить нагрузку на все этапы эвакуации, а также выявить затруднения движения потока раненых по конкретной линии плеча эвакуации и в последствии снабдить данный этап необходимым количеством ресурсов, которые можно мобилизовать из менее нагруженных участков цепи.

Это позволяет оперативно принимать более качественные и обоснованные решения по распределению сил и средств по этапам эвакуации.

Использование моделирования позволяет получить изображение плеча эвакуации, как для всего района, так и для любого его фрагмента.

Доступен просмотр и изменение данных как для выбранного объекта, так и для целого звена в целом. При изменении данных изменяется вид трехмерной модели.

Моделирование позволяет убрать из структуры плеча эвакуации те или иные звенья или скомпоновать их в другой последовательности для получения оптимального варианта, которым может быть достижение наилучших результатов оказания помощи, обеспечение соответствия пропускной способности плеча эвакуации поступающему потоку пациентов, оптимальное использование ресурсов медицинской службы.

**Выводы.** Улучшение качества и повышение эффективности работы медицинской службы ВС РФ возможно только путем внедрения современных информационных технологий и использовании актуального программного обеспечения для оперативного реагирования в условиях динамически изменяющегося потока раненных в различных боевых конфликтах.

Результатом работы явилась разработка гибкого алгоритма оценки сил и средств медицинской службы, который можно использовать в различных ситуациях для повышения качества принимаемых решений путем расчета и прогнозирования вероятных нагрузок на полевую медицинскую организацию.

#### Литература

1. Власов, С.А. Имитационное моделирование в России: прошлое, настоящее, будущее / С.А. Власов, В.В. Девятков. – Автоматизация в промышленности. – №5. – 2015. – С.63-65.
2. Власов, С.А. Методология, технология и принципы программной реализации имитационных приложений / С.А. Власов, В.В. Девятков, Н.Б. Кобелев // Сборник докладов третьей всероссийской научно-практической конференции «Имитационное моделирование, теория и практика», Том 1. – СПб: ФГУП ЦНИИТС, 2017. – С.17-26.
3. Власов, С.А. Универсальная моделирующая среда для разработки имитационных приложений / С.А. Власов, В.В. Девятков, Т.В. Девятков // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2019. – №2. – С.5-12.
4. Власов, С.А. Использование имитационных моделей для оценки производственной мощности при управлении металлургическим производством / С.А. Власов, В.В. Девятков, Д.И. Усанов // Автоматизация в промышленности. – 2015. – №7. – С.8-13.
5. Власов, С.А. Имитационные исследования: от классических технологий до облачных вычислений / С.А. Власов, В.В. Девятков, Н.Б. Кобелев // Сборник докладов Пятой Всероссийской научно-практической конференции «Имитационное моделирование, теория и практика», Т.1. – СПб.: ОАО ЦТСС, 2011. – С.42-50.
6. Девятков, В.В. Разработка методов исследования дискретных систем на основе диалоговой имитации: автореф. дис. ... канд. техн. наук / В.В. Девятков. – М., 1984. – 13 с.
7. Девятков, В.В. Универсальная моделирующая среда для разработки имитационных приложений / В.В. Девятков, С.А. Власов, Т.В. Девятков // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2015. – №2. – С.5-12.
8. Акопов, А.С. Имитационное моделирование: Учебник и практикум для академического бакалавриата / А.С. Акопов. – М.: Издательство «Юрайт», 2017. – 389 с.