

ПРИМЕНЕНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ФАКТОРОВ ФОРМИРОВАНИЯ ПОТРЕБНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ В УСЛУГАХ СКОРОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ

С.В. Бегичева (Екатеринбург)

Одним из основных показателей деятельности скорой медицинской помощи является обращаемость населения за экстренной медицинской помощью. Вопросы структуры обращаемости широко освещаются в работах российских исследователей. Авторы отмечают ряд причин изменений в потребностях населения в услугах скорой помощи за последнее десятилетие, называя такие как: демографическое старение населения, увеличение контингента больных с хроническими патологиями, недостаточный уровень амбулаторно-поликлинического обслуживания и пр. [2, 5, 7, 14, 16]. При этом в работах российских исследователей не затрагиваются вопросы сравнения и ранжирования степени воздействий различных факторов на потребности населения в скорой помощи. Между тем, выявление факторов, оказывающих наибольшее влияние на изменение потребности населения в услугах скорой помощи, может послужить инструментом регулирования обращаемости населения и, как следствие, планирования и оптимизации ресурсов службы скорой помощи [1].

В работах, посвященных анализу факторов, потенциально влияющих на потребности населения в услугах скорой помощи, авторы, как правило, сосредотачиваются на исследовании воздействий отдельных факторов или их небольших совокупностей. Исследования, охватывающие более широкий круг факторов рассматривают потребности в машинах скорой помощи только как составляющую потребности в ресурсах служб экстренного реагирования при чрезвычайных ситуациях, но условия чрезвычайных ситуаций отличны от специфики повседневной работы службы скорой помощи.

Для анализа и ранжирования совокупности причин изменения потребности населения в услугах скорой помощи было решено использовать возможности системной динамики. Системная динамика предлагает средства моделирования сложных систем и процессов на высоком уровне агрегирования. Модели системной динамики используются в исследованиях, предназначенных для понимания и изучения траектории развития систем в целом. В основе концепции системной динамики лежит представление о функционировании системы, как совокупности потоков между ее компонентами. Такими потоками могут быть, например, потоки пациентов или потоки информации между структурными подразделениями медицинского учреждения. В контексте исследования потребностей населения в услугах скорой помощи модель системной динамики может содержать следующий набор элементов: (1) поток лиц, вызывающих скорую помощь, и (2) переменные состояний - взаимосвязанные факторы, определяющие темпы потока (1). В статье будет представлена модель системной динамики и продемонстрировано ее использование для выделения наиболее значимых факторов, влияющих на уровень востребованности услуг скорой помощи среди населения.

Для выделения набора факторов, оказывающих влияние на потребности населения в скорой медицинской помощи, был проведен подбор материалов в научной электронной библиотеке eLibrary.ru. Поиск проводился при использовании запросов из сочетаний ключевых слов «скорая помощь» И («причины обращаемости» ИЛИ «анализ обращаемости» ИЛИ «структура обращаемости» ИЛИ («факторы» И «обращаемость»)). В результате поиска было найдено 172 публикации. При просмотре аннотаций публикаций для анализа были отобраны те из них, которые содержали обсуждения факторов, потенциально влияющих на уровень обращаемости населения за скорой помощью. Этому критерию соответствовало 8 публикаций, остальные публикации были отклонены. Для анализа специфики обращаемости населения Свердловской области изучались материалы докладов ежегодных отчетов областных совещаний по подведению итогов работы службы СМП Свердловской области[6].

Секция 3. Практическое применение моделирования и инструментальных средств автоматизации моделирования, принятие решений по результатам моделирования

На основании отмеченных в публикациях факторов, влияющих на потребности населения в услугах скорой помощи, был разработан граф причинно-следственных связей, представленный на рисунке 1. В окончательную версию графа вошли только те факторы, между которыми имеются количественные отношения и требуемые для построения модели данные доступны или могут быть получены в результате вычислений.

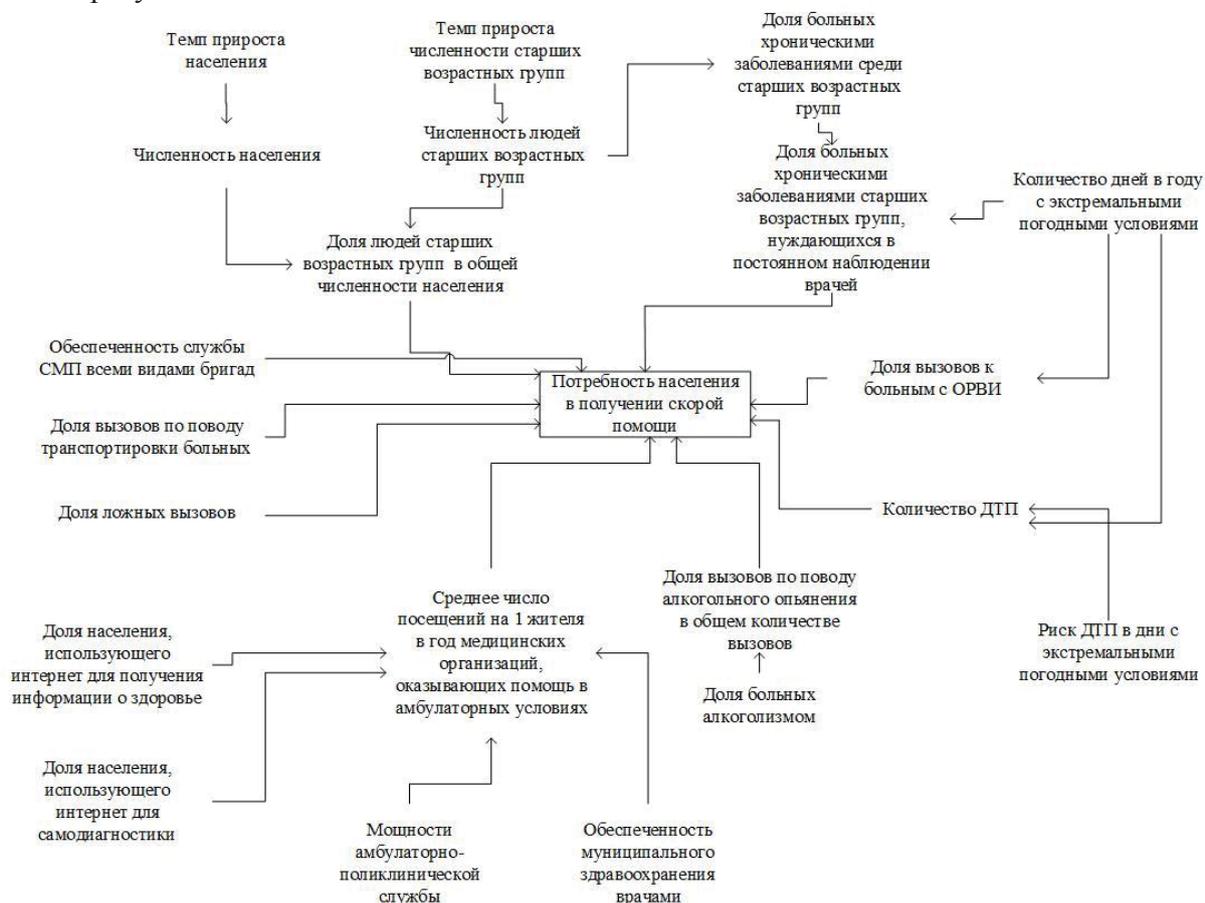


Рис. 1 – Граф причинно-следственных связей между факторами, влияющими на потребность населения в услугах скорой помощи

Укрупнённая потоковая диаграмма модели представлена на рисунке 2. Переход группы индивидов из состояния «Не обращались в СМП» в состояние «Обратились в СМП» происходит со скоростью, определяемой действием факторов, имеющих как прямое, так и косвенное воздействие на потребности населения в услугах скорой помощи. Скорость перехода из одного состояния в другое характеризуется количеством индивидов, которые обратились в службу скорой помощи за определённый промежуток времени. В качестве единицы модельного времени был выбран месяц, время выполнения эксперимента – 12 месяцев.

Секция 3. Практическое применение моделирования и инструментальных средств автоматизации моделирования, принятие решений по результатам моделирования

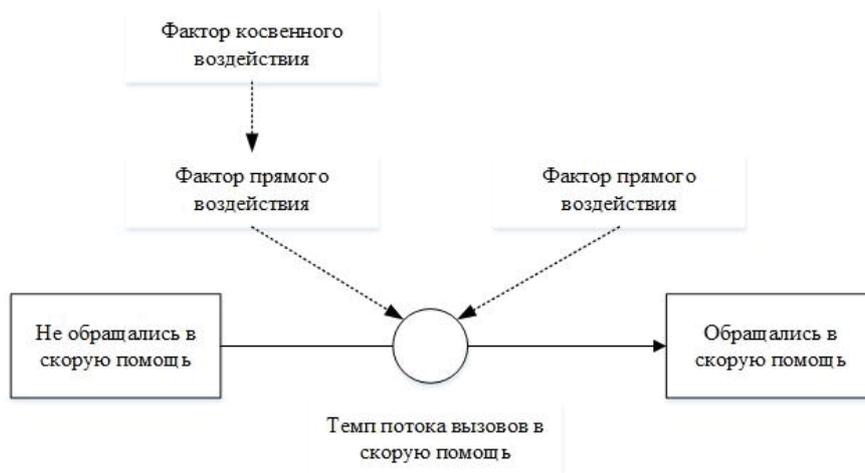


Рисунок 2 – Укрупненная потоковая диаграмма модели

Было решено провести эксплуатацию модели с использованием статистических данных города Екатеринбурга – административного центра Свердловской области. Таблица 1 содержит данные, используемые в качестве значений параметров.

Таблица 1 – Значения параметров модели

Параметр	Значение	Источник данных
Численность населения 'Городской округ муниципальное образование "город Екатеринбург"' на 1 января 2018 г	1 488 406	Федеральная служба государственной статистики. Паспорт муниципального образования "город Екатеринбург" [15]
Темп роста населения' Городской округ муниципальное образование "город Екатеринбург"	100,89%	Федеральная служба государственной статистики. Паспорт муниципального образования "город Екатеринбург" [15]
Численность населения старше трудоспособного возраста на 1 января 2018 г в г. Екатеринбурге	346 798	Федеральная служба государственной статистики. Паспорт муниципального образования "город Екатеринбург" [15]
Средний темп прироста доли населения старше трудоспособного возраста (с 2013 г.) в г. Екатеринбурге	2,1%	Федеральная служба государственной статистики. Паспорт муниципального образования "город Екатеринбург" [15]
Доля больных хроническими заболеваниями среди старших возрастных групп	55,3%	Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации [13]
Доля больных хроническими заболеваниями среди старших возрастных групп, нуждающихся в постоянном наблюдении врачей	66,6%	Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации [13]
Среднее число посещений на одного жителя в год медицинских организаций, оказывающих медицинскую помощь в	6,8	Департамент мониторинга, анализа и стратегического развития здравоохранения Минздрава Российской Федерации [8]

Секция 3. Практическое применение моделирования и инструментальных средств автоматизации моделирования, принятие решений по результатам моделирования

амбулаторных условиях. Данные по Свердловской области, 2017 г.		
Доля страдающих алкоголизмом	0,75%	Государственная программа Свердловской области "Развитие здравоохранения Свердловской области до 2020 года" [10]
Доля вызовов по поводу алкогольного опьянения в общем количестве вызовов	4,1%	Пайков В. Л.[7]
Среднее количество ДТП в месяц, 2017 год	60,8	Вестник Екатеринбургской городской Думы, Спецвыпуск 2018 г [12]
Доля ДТП в общем количестве по причине сложных погодных условий	20%	Веселов В.Г. [3]
Доля вызовов в связи с вирусными респираторными заболеваниями	25%	Сульдин А.М. [14]
Доля ложных вызовов	3,7 %	Постановление Правительства Свердловской области от 25.10.2018 № 736-ПП "О докладе "О состоянии здоровья граждан, проживающих в Свердловской области, в 2017 году" [11]
Доля вызовов для транспортировки больных	7,7%	Постановление Правительства Свердловской области от 25.10.2018 № 736-ПП "О докладе "О состоянии здоровья граждан, проживающих в Свердловской области, в 2017 году" [11]
Доля населения, использующего интернет для получения информации о здоровье	68%	Полынская Г.А. [9]
Доля населения, использующего интернет для самодиагностики	50%	Полынская Г.А. [9]
Мощности амбулаторно-поликлинической службы, в среднем посещений в месяц	905 500	Департамент экономики Администрации города Екатеринбурга [4]
Обеспеченность муниципального здравоохранения врачами	72%	Департамент экономики Администрации города Екатеринбурга [4]
Обеспеченность службы СМП всеми видами бригад	86%	Областное совещание по подведению итогов работы службы СМП Свердловской области за 2018 год [6]

Для оценки количества совершаемых ежемесячно вызовов скорой помощи учитывался суммарный вклад всех факторов, влияющих на обращаемость населения. Отметим, что

Секция 3. Практическое применение моделирования и инструментальных средств автоматизации моделирования, принятие решений по результатам моделирования

полученная в результате эксперимента частота обращений в месяц занижена по сравнению с реальными данными, так как модель не учитывает все выявленные факторы, влияющие на потребности населения в услугах СМП. Тем не менее, такой подход весьма полезен для определения наиболее значимых причин изменения обращаемости. Результаты анализа следует интерпретировать исходя из этой цели.

Для того, чтобы установить, какие факторы имеют наиболее существенное влияние на уровень обращаемости, при проведении каждого последовательного эксперимента из модели по очереди удалялось по одному фактору и фиксировалась разница в количестве вызовов, полученных в результате проведенного эксперимента и базового эксперимента с начальным полным набором факторов.

Результаты выполнения экспериментов были сведены в таблицу. Наиболее значимые факторы в порядке их предполагаемого влияния на потребности населения в скорой медицинской помощи, а также абсолютный прирост обращаемости по сравнению с базовым экспериментом приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Ранжированные факторы воздействия на обращаемость населения в скорую медицинскую помощь

Ранг	Фактор воздействия	Абсолютный прирост обращаемости по сравнению с базовым экспериментом
1	Численность населения старше трудоспособного возраста, исходное значение	16%
2	Доля больных хроническими заболеваниями среди старших возрастных групп	8%
3	Доля больных хроническими заболеваниями среди старших возрастных групп, нуждающихся в постоянном наблюдении врачей	6,8%
4	Обеспеченность службы СМП всеми видами бригад	13,6%
5	Мощности амбулаторно-поликлинической службы	- 6,3%
6	Обеспеченность муниципального здравоохранения врачами	- 14,5%
7	Среднее количество ДТП в месяц	2,1%

Результаты моделирования показывают, что наиболее существенно на изменение потребности в услугах скорой медицинской помощи влияет исходное значение численности населения старшего возраста, а также показатели ресурсного потенциала муниципальной системы здравоохранения и службы СМП. Таким образом, полученные в ходе исследования результаты согласуются с оценками специалистов [16], считающих, что сокращение обращаемости населения в скорую помощь может быть достигнуто путем повышения потенциала амбулаторно-поликлинического звена системы здравоохранения.

Следует повторить, что в модель включены только те факторы, для которых удалось найти статистические данные и подобрать функциональные выражения для учета взаимозависимостей. Кроме того, вероятно, существуют причины изменения потребности в услугах скорой помощи, не учтенные в нашем исследовании. Таким образом, модель не пригодна для прогнозирования количества вызовов в службу скорой помощи. Полученные результаты следует интерпретировать только в контексте ранжирования факторов, изменяющих показатели обращаемости.

Секция 3. Практическое применение моделирования и инструментальных средств автоматизации моделирования, принятие решений по результатам моделирования

Литература

1. Chalk, D., Black, S., & Pitt, M. (2016). Which factors most influence demand for ambulances in South West England? *Journal of Paramedic Practice*, 8(7), 356-367.
2. Артемьева Г.Б., Гехт И.А. Постарение населения и некоторые проблемы организации скорой медицинской помощи // *Здравоохранение РФ*. 2012.
3. Веселов В. Н. Влияние технического уровня и эксплуатационного состояния автомобильных дорог на уровень аварийности // *Вестник АГТУ*. 2012.
4. Итоги социально-экономического развития муниципального образования «Город Екатеринбург» в 2018 году / Департамент экономики Администрации города Екатеринбурга – Екатеринбург, 2018. 156 с.
5. Матер А. А. Уровень и структура обращаемости населения г. Краснодара за скорой медицинской помощью // *Кубанский научный медицинский вестник*. 2006. №3-4.
6. Областное совещание по подведению итогов работы службы СМП Свердловской области за 2018 год. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://03ekb.ru/novosti>, свободный.
7. Пайков В. Л., Замалеева Е. И., Жуков Д. А., Чернова О. Л. Алкогольное опьянение: оценка обращаемости населения и оказания скорой медицинской помощи в Казани // *Казанский мед.ж.*. 2017. №2. 9.2019).
8. Поликарпов А.В., Александрова Г.А., Голубев Н.А., Тюрина Е.М., Огрызко Е.В., Магазейщикова Н.Г., Шелепова Е.А. Ресурсы и деятельность медицинских организаций здравоохранения. Основные показатели здравоохранения в 2017 году. Статистические материалы. Часть VI. М.: Департамент мониторинга, анализа и стратегического развития здравоохранения Минздрава Российской Федерации, ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения» Минздрава Российской Федерации. 2018.
9. Польшинская Г.А., Месропян М.Г. Выявление моделей и трендов поведения пациентов при использовании электронных приложений и Интернет-ресурсов для самодиагностики // *Бизнес-информатика*. 2018. №1 (43)..
10. Постановление от 21 октября 2013 г. N 1267-ПП "Об утверждении Государственной программы Свердловской области "Развитие здравоохранения Свердловской области до 2020 года"
11. Постановление Правительства Свердловской области от 25.10.2018 № 736-ПП "О докладе "О состоянии здоровья граждан, проживающих в Свердловской области, в 2017 году".
12. Решение № 10 13 ноября 2018 года О Прогнозе социально-экономического развития муниципального образования «город Екатеринбург» на 2019 год и плановый период 2020–2021 годов и Основных направлениях бюджетной и налоговой политики, реализуемой на территории муниципального образования «город Екатеринбург», на 2019 год и плановый период 2020–2021 годов / *Вестник Екатеринбургской городской Думы, Спецвыпуск 2018 г. Материалы пятого заседания Екатеринбургской городской Думы*.
13. Социальный бюллетень «Пожилое население России: проблемы и перспективы», Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации, 2016. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://ac.gov.ru/files/publication/a/8485.pdf>
14. Сульдин, А.М., Салманов, Ю.М. О результатах количественного анализа поступления обращений населения по поводу вызова круглосуточных бригад скорой медицинской помощи БУ «Сургутская городская клиническая станция скорой медицинской помощи» в зависимости от сезона года, дня недели и времени суток (материалы за 2008г. - 2014г.) // *Медицинская наука и образование Урала*. 2015. - №3. - С.165-168.
15. Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gks.ru/>
16. Попов В.П. Совершенствование системы организации экстренной медицинской помощи в субъекте Российской Федерации. Дис. ... д-ра мед. наук. Екатеринбург., 2014.