

ПОДХОД ЗА СИМУЛИРАНЕ ЗАЕТОСТТА И РАЗПРЕДЕЛЕНИЕТО НА АВТОМОБИЛИТЕ НА СПЕШНА МЕДИЦИНСКА ПОМОЩ ПРИ ОБСЛУЖВАНЕ НА ПОВИКВАНИЯТА ЧРЕЗ MS EXCEL

Теодор Беров, Петя Стоянова
tberov@vtu.bg, petia_8@abv.bg

**ВТУ "Тодор Каблешков", ул. "Гео Милев" № 158, София
БЪЛГАРИЯ**

***Ключови думи:** транспорт, автомобилен, градски, спешна медицинска помощ*

***Резюме:** В доклада се разглежда проблема за симулиране на движението и съответно определяне заетостта на автомобилите на Спешна медицинска помощ при обслужване на повиквания, случайно разпределени през определен времеви период. Предложен е нов подход се базира на програмния продукт MS EXCEL, чрез максимално използване на възможностите на заложения в него програмен език VBA (Microsoft® Visual Basic® for Applications), който е обектно-ориентиран език, основаващ се на езика BASIC, за бързо разработване на апликации (RAD) и използва Google Maps™ за данни за разстоянията и времепътванията. Направеният симулационен модел е приложен за София - град, както са показани получените резултати за един работен ден (300 генерирани повиквания). В модела са заложени характерни фази на придвижване и престой с определени времеви рамки, според медицински стандарт „Спешна медицина” за медицински триаж в изпълнение на повиквания, при определен брой базови станции за извънболнична спешна медицинска помощ и тяхното покритие по площ. Приложена е стратегията за определяне на променливите показатели, отнасящи се за обслужването на пациента, заедно с генериране на повикването, което води до по-голяма яснота на формираната задача. Основното приложение на разработения компютърен симулационен модел е за оценка на оптимизационни решения, свързани с определяне, броя на санитарните автомобили и спешни екипи прикрепени към тях.*

1. ВЪВЕДЕНИЕ

В материала основното внимание е насочено към спешен първичен транспорт[1]. Основните елементи от разработения симулационен модел кореспондират с Транспортния медицински триаж, който се извършва на мястото на инцидента от мобилен екип на (СМП) и включва определяне на най-подходящото направление за транспортиране, транспортно време и маршрут за спешен първичен транспорт до приемно лечебно заведение, съобразено с определената триажна категория на пациента.

Чрез провеждане на компютърни експерименти с математически модели на сложни реални системи, се цели: да се разкрият свойствата и закономерностите на

изучаваната система, да се направят обобщения, изводи и прогнози, за да се решат практически задачи. Тъй като компютърния експеримент се извършва с модел на системата, а не със самата система, симулацията е средство за изследване на системи, с които не е възможно или е неефективно да се проведат реални експерименти.

Симулационните модели, успешно се прилагат за управление на транспортни потоци, с последваща обвързка на ресурсите [5], както и за моделиране на придвижването и престоя в градска среда [2] с използване моделиращ софтуер Anylogic. Реализацията на модела се базира на програмния продукт MS EXCEL (VBA) [6] и използва Google Maps™ за данни за разстоянията и времепътуванията от [3].

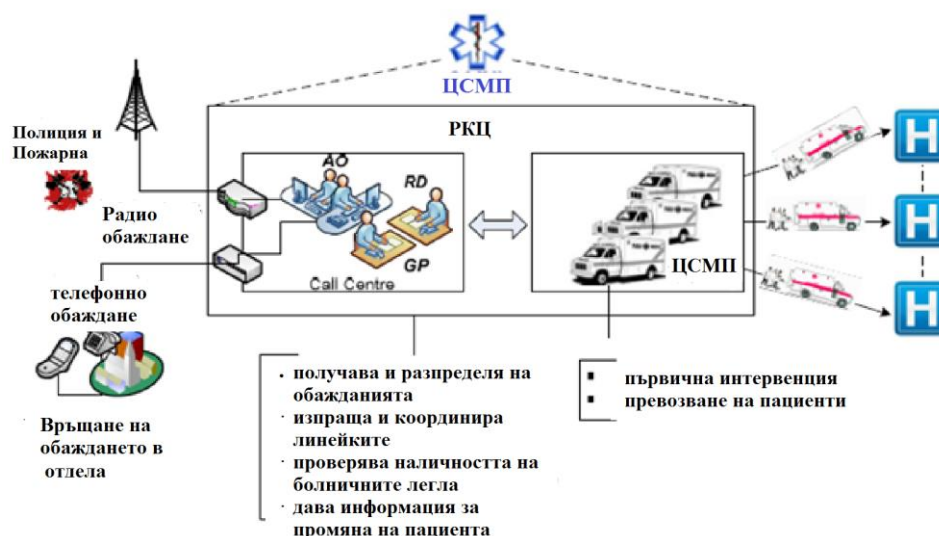
2. ОПИСАНИЕ НА ПРОБЛЕМА

Придвижването от базовата станция до място на инцидента е в зависимост от определената от диспечерския екип триажна категория на повикването, както следва от [1]: за код червено А1–до 8 минути, за код жълто В2–до 20 минути, за код зелено С3–до 120 минути. Престоя на мястото на инцидента, следва да продължи до 10 минути. Неограничено остава времето за транспортиране до болницата, поради специфичността

1	УМБАЛСМ „Н. И. Пирогов“
2	УМБАЛ „Света Анна“
3	УМБАЛ „Царица Йоанна“
4	НКБ
5	УСБАЛССЗ „Света Екатерина“
6	УМБАЛ „Александровска“
7	ВМА
8	УМБАЛ „Свети Иван Рилски“
9	УАГБ „Майчин дом“
10	СБАЛДБ „Проф. Иван Митев“
11	Първа МБАЛ
12	Втора МБАЛ
13	Четвърта МБАЛ
14	Пета МБАЛ
15	МБАЛ „Софиямед“
16	МБАЛ „Токуда“
17	МБАЛ „Сити Клиник“
18	СБАЛО
19	СБАЛББ „Света София“
Фиг. 1 Списък с болници	

на обслужваното повикване. На Фиг.1 са показани зададените в модела болници с техния пореден номер и име. Престоят на предаващия екип в приемното лечебно заведение е с продължителност до 20 минути. Времевете рамки за изпълнение на фазите са с допустимо отклонение в закъснението-15%(за 2018г) и 10%(от 2019г) от общия брой.

Основните заложили характерни параметри са: час на повикване, час на тръгване на автомобила, час на пристигане при пациента, час на пристигане при обслужващото лечебно заведение и час на освобождаване на екипа. Транспортният екип, с подходящ медицински автомобил поема нова заявка за обслужване, след като се върне в базовата станция.



Фиг. 2 Фигура на операциите [4]

Общото време на пътуване за маршрут R_i , с отчитане възможни движения между повече от едно лечебно заведение, може да бъде определен като:

$$(1) \quad t^{об.}(R_i) = t_0^{нач} + t_{0,i_1}^{ДВ} + \sum_{j=2}^k t_{i_{j-1},j}^{ДВ} + \sum_{j=1}^k t_{i_j}^{прес} + t_{i_k,0}^{ДВ}, \min$$

Общия пробег:

$$(2) \quad L^{об.}(R_i) = l_{0,i_1}^{ДВ} + \sum_{j=2}^k l_{i_{j-1},j}^{ДВ} + l_{i_k,0}^{ДВ}, \text{ km}$$

3. РЕАЛИЗИРАНЕ НА СИМУЛАЦИЯТА В СРЕДАТА НА EXCEL (VBA)

За реализиране на предложения модел е избран общодостъпния MS EXCEL (VBA) [6]. Произвежда се от Microsoft Corporation и е част от пакета за програмиране Visual Studio. Средата за програмиране на Visual Basic съдържа всички инструменти, необходими, за да се построят бързо и ефективно помощни приложения с графичен интерфейс (GUI) за ОС Windows, доставящ лесен достъп до бази данни, базирани на ActiveX компоненти.

Оформянето на входните и изходни бази данни става по стандартния начин за таблици, заложи в MS Excel, а всички модули за обработка на входната информация и задаване на параметри за симулацията, както и изпълнението на проектираните алгоритми е в VBA. Получените резултати се обработват и анализират задълбочено чрез използване на: търсене в таблица, филтриране и сортиране на информацията в таблици, създаване на графики, закони за разпределение и др.

Основните модули са на Фиг. 3: „Генериране на Повиквания“ и „Симулация“.

Действие	Параметър	Стойност/избор	Забелжка
1. Входящи	начален ЧАС	0 (0..24)	
	ЗАЯВКИ		
	МАХ брой	240 (10...270)	
	Процентно разпределение по ТИП		
	На място ТИП 1	60 (0..100)	
	Код ЧЕРВЕН ТИП 2	50 (0..100)	
	Код ЖЪЛТ ТИП 3	0 (0..100)	
	Код ЗЕЛЕН ТИП 4	0 (0..100)	
	ОБЩО	Не е вярно 100	
	часови интервали/интензивност	0-24	6 (3..12)
2.Път	Разстояния / Времетраене изчисление	Евклидови разстояния	
	За "Евклидови разстояния" Vtex	45 (5..80), /км/ч	
3. Изчисления	Генериране на ПОВИКВАНИЯ	<input type="button" value="ГЕНЕРИРАНЕ"/>	
	СТАРТИРАНЕ НА СИМУЛАЦИЯ	<input type="button" value="СТАРТ"/>	

Фиг. 3 Основен управляващ лист на системата

Модул „Генериране на Повиквания“

Този модул формира основните входящи параметри за симулацията – обажданията на тел.112, насочени към „Спешна медицинска помощ“. Заложените основни параметри са както следва на Фиг. 4: пореден номер, подадена на /мин., час/, подадена от (GPS координати), характеристика на обслужването (тип, заявка, време за обслужване при пациента, време за обслужване в лечебното заведение).

Честотата на повикванията се променя в зависимост от часовия интервал за денонощието на Фиг.3. Местоположението на повикването се определя случайно, в зависимост от очертанията на разглежданата географска област. Например София-град е разделена на 11 съразмерни области, като целта е да се оформят такива с подобна населеност (големите райони като Младост, Люлин са разделени на части). При

генерирането на „Повиквания“, първо случайно се избира „област“, а след това – координати на повикването за областта. Към повикването се генерира типа на обслужване, вид на заявката, време на обслужване при пациента и време на обслужване в обслужващото звено. Заложени са четири типа (на място-1; червена- 2; жълта -3; зелена-4) и съответно 7 вида диагнози- код. Според типа и вида на обаждането се генерират съответно и свързаните с тях времена, в предварително зададените граници.

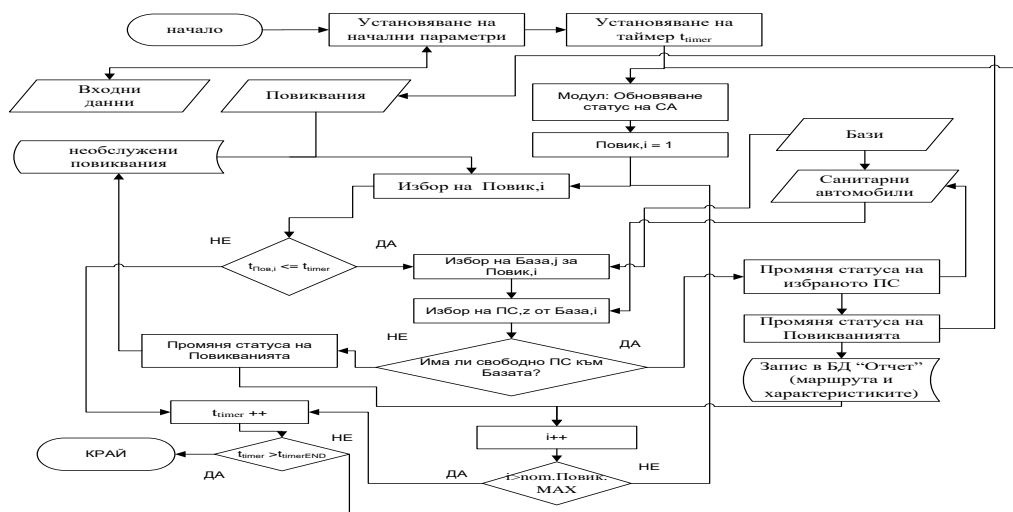
номер	подадена на		подадена от		характеристика на обслужването				
	минут	час	област	лат	лог	тип	вид	тобпащие	тобсл
1	423	07:03	7	42.679105	23.277097	2	6	4	17
2	429	07:09	10	42.635591	23.327082	4	6	6	19
3	434	07:14	1	42.731963	23.272174	3	6	4	13
4	437	07:17	4	42.70646	23.340339	2	2	9	17
5	442	07:22	13	42.632184	23.193054	4	7	5	13
6	445	07:25	13	42.630577	23.19066	3	1	4	18
7	451	07:31	1	42.720915	23.273261	2	7	10	12
8	456	07:36	3	42.695124	23.302729	3	3	8	9
9	463	07:43	3	42.695504	23.300276	1	0	21	0
10	469	07:49	4	42.710642	23.330276	2	7	8	15
11	472	07:52	2	42.731825	23.346244	4	6	4	13
12	479	07:59	6	42.680582	23.245135	3	4	6	13

Фиг. 2 Изглед на лист „Повиквания“

Модул „Симулация“

Този модул извършва разпределение на генерираните повиквания на санитарните автомобили за спешен първичен транспорт. Проектираният алгоритъм е показан на Фиг. 5. Използва предварително генерирани времена, характерни за всяко повикване, като изчислява съответстващите пробег и времепътуване, заложени са изчисляване на пробег и времепътуване по Евклидови разстояния (със съответна техническа скорост), или по Google Maps (разстояние и времепътуване) [3].

За обработваното повикване (по неговите координати) намира най-близката база за местоположение на свободен СА. Ако намери, възлага обслужването на повикването на избрания СА, като избира най-близкото обслужващо лечебно заведение (в зависимост от използваните за съответната генерирана диагноза) и определя параметрите пробег/времепътуване за база–пациент–лечебно заведение–база или база –пациент–база. Формира се списък „необслужени повиквания“, който се обработва при следващите стъпки на цикъла в зависимост от приоритета им. Статуса на СА съдържа текущото състояние (свободен, зает с транспорт на повикване, начало на заетостта, очакван край на заетостта, т.е. прибиране в базата). Показаният на Фиг. 5 „Модул: Обновяване статус на СА“, при всяко начало на нов цикъл по таймер, определя статуса зает/свободен на автомобила.



Фиг. 5 Алгоритъм на модул „Симулация“

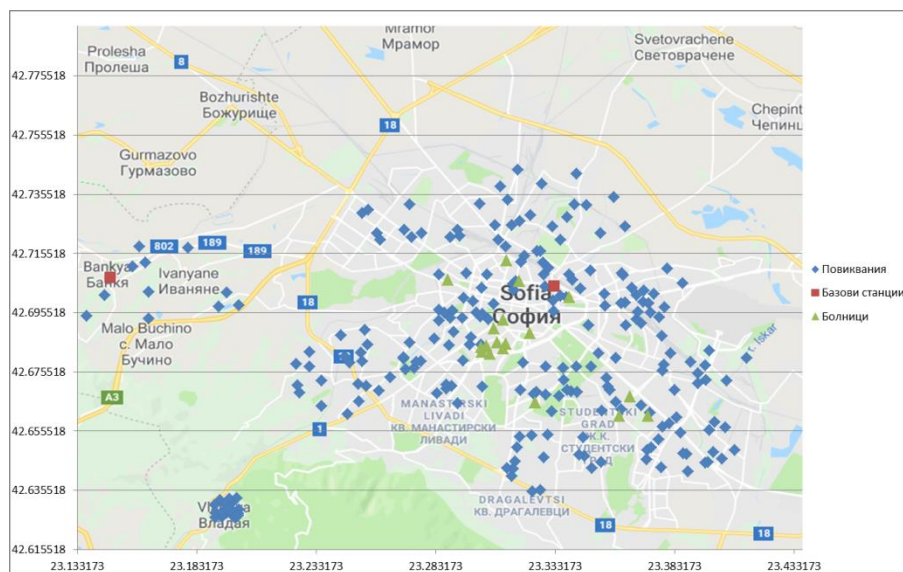
Получените резултати се запазват в БД „Отчет“ Фиг. 6.

номер	приета на мин.	приета на час	тръгна на мин.	тръгна на час	тип	обслуж. от болница	ПС номер	юбр.база	цв.пацент	тпр.пацент	цв.пац-болн	тпр.болн	цв.болн-база	тпов.общо	пробег (в км.)
1	421	07:01	421	07:01	3	5	1	2	2	10	3	11	4	35	6
2	425	07:05	425	07:05	2	19	2	2	10	8	6	14	4	47	16
3	431	07:11	431	07:11	3	2	3	2	9	8	1	17	8	48	14
4	438	07:18	438	07:18	3	4	4	2	4	6	5	8	5	33	11
5	443	07:23	443	07:23	4	8	13	2	13	4	15	13	17	67	34
6	445	07:25	445	07:25	3	4	5	2	6	7	9	13	5	45	15
7	450	07:30	450	07:30	4	5	6	2	8	7	5	11	4	40	13
8	458	07:38	458	07:38	3	16	14	2	13	10	14	8	20	70	36
9	460	07:40	460	07:40	3	15	1	2	4	10	2	10	7	38	10
10	469	07:49	469	07:49	4	15	7	2	6	5	6	21	7	50	14
11	471	07:51	471	07:51	1		4	2	7	14			7	33	11
12	479	07:59	479	07:59	4	12	2	2	2	8	2	5	2	24	4

Фиг. 6 Изглед на лист „Отчет“

4. РЕЗУЛТАТИ

В модела са заложили три базови станции с предварително зададено местоположение, намиращи се на територията на гр.София, както и най-често използваните болници при хоспитализация на пациенти от СМП на Фиг.1. На Фиг. 7 са установени спешните центове, заедно с обектите генериращи повиквания. За симулацията 11 области генерират повиквания към Районната координационна централа, която от своя страна ги предава към базите. По-конкретно, ако е една заявка - към тази, която има покритие в съответната област, ако са две - към тази, която има налични свободни линейки и екипи. Статуса за текущото състояние на линейките е номериран със съответен код: (свободна– 1; в движение– 2; с пациент– 3; в болница– 4).



Фиг. 7 Местоположение на обектите спрямо картата на града

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В доклада е разгледан проблем, свързан с подобряване на управлението на линейките, при използване на услугата за спешни повиквания, базиран на комбинация от техники за извличане на процеси и техники за симулиране на дискретни събития в последователен начин. В допълнение, използването на симулацията за анализ на динамичното поведение на процеса позволява да бъдат открити слабостите в системата и да се идентифицира прилагането на най-добрите показатели. Освен това, основните причини да се включи в изследването, е да се оценят подобренията "на бъдещето" на

текущия процес. Бъдещата работа може да бъде фокусирана върху оптимизиране на човешките ресурси (График за работа на екипите) във връзка с дейността на ЦСМП.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Министерство на Здравеопазването Наредба № 12 от 30 декември 2015 г. за утвърждаване на медицински стандарт „Спешна медицина“, обн. ДВ бр.4 от 15.01.2016 г..
- [2] Трендафилов, З. Анализ на методи за определяне на фазите на светофарни уредби.// сп. Механика транспорт комуникации, 2017, София, ISSN 1312-3823.
- [3] Berov T.. Implementing The Google Maps API to improve Vehicle Routing Problem: distance/traveltime matrix, XVII SCientific-expert conference in Railways ‘Railcon’16’. 2016. 13-14.10.2016,Nis, SERBIA, ISBN 978-86-6055-086-8
- [4] Lamine, Franck Fontanili, Maria di Mascolo, Hervé Pingaud: Improving the Management of an Emergency Call Service by Combining Process Mining and Discrete Event Simulation Approaches. PRO-VE 2015: 535-546
- [5] Trendafilov, Z. Application of simulation and analytical models of recourse planning and locomotive scheduling.// 23 nd International Symposium, June 2015, Žilina, SK.
- [6] <http://www.bernabe.dorronsoro.es/vrp/>

APPROACH FOR SIMULATION THE EMPLOYMENT AND DISPATCHING OF AMBULANCE VEHICLES IN EMERGENCY MEDICAL SERVICES SYSTEM (EMS) BASED ON MS EXCEL (VBA)

Teodor Berov, Petya Stoyanova
tberov@vtu.bg, petia_8@abv.bg

*Todor Kableshkov University of Transport,
Sofia, 158 Geo Milev Str.
BULGARIA*

Key words: *transport, urban, emergency medical aid*

Abstract: *The report examines the problem of traffic simulation and consequently determining the employment of Emergency Medical Assistance vehicles in handling calls randomly distributed over a certain period of time. A new approach is proposed based on the MS EXCEL software program, with maximum use of the capabilities of the Microsoft Visual Basic® for Applications (VBA), object-oriented programming language that is based on the BASIC language for rapid development of applications (RAD) and uses Google Maps™ for distance and travel data. The simulation model is applied for Sofia, as shown by the results for one working day (300 generated calls). The model features specific phases of movement and stay with certain time frames, according to the medical standard "Emergency Medicine" for medical triage in making calls, at a number of base stations for outpatient emergency medical care and their area coverage. The strategy for defining variables relating to patient care, along with call origination, is implemented, which leads to greater clarity of the task being created. The main application of the developed computer simulation model is to evaluate optimization solutions related to determination of the number of sanitary vehicles and emergency response teams attached to them.*