



СИМУЛАЦИОНЕН МОДЕЛ ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА НЕОБХОДИМИЯ БРОЙ СПЕШНИ ЕКИПИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕН БРОЙ И МЕСТОПОЛОЖЕНИЕ НА ЦЕНТРОВЕТЕ ЗА СПЕШНА ПОМОЩ ЗА ГРАД СОФИЯ

Кирил Карагъзов, Петя Стоянова
petia_8@abv.bg, kkaragyzov@yahoo.com

**ВТУ „Тодор Каблешков“, гр. София, ул. Гео Милев 158
БЪЛГАРИЯ**

Ключови думи: симулация на системата за ЦМП, GPSS модели, задача за максимално покритие

Резюме: С използване на моделите за избор на брой и местоположение са определени варианти на структурата на централите за спешна медицинска помощ (ЦМП) и тяхното покритие (обслужване) на даден географски район. Основните показатели, на базата на които се оценява броят и местоположението на мобилните екипи за спешна медицинска помощ са времето за достъп; гъстотата на населението; възможност за покриване на района от повече от 1 екип. Техния брой и местоположение са определени на базата на осигуряване на зададен стандарт в изпълнение на повиквания с код "червено"-8 мин, при обслужване на спешните повиквания. Разработения симулационен модел е приложен за София-град, в който са заложени характерни фази на придвижване и престой с определени времеви рамки, в изпълнение на повиквания, при предварително определен брой базови станции - 3, 4 и 5 центъра и тяхното покритие по площ и население. Потокът от тези спешни повиквания от всеки от 24-те района има поасоново разпределение, зависещо от населението в района, а обслужването е от съответния за този район обслужващ център. Времето за заетост на даден екип се формира от времената за пътуване до мястото на повикване, обслужване на място, придвижване и предаване в болница, и връщане до ЦМП. Основното приложение на разработения компютърен симулационен модел, чрез програмата GPSS World е за оценка на оптимизационни решения, свързани с определяне на необходимия брой спешни екипи във всеки ЦМП, така че да се осигури зададеното ниво на обслужване.

ВЪВЕДЕНИЕ

Този доклад е базиран на разработения модел в [1] и [2], където чрез приложен математически модел, основаващ се на [3], [4], [5] и [6] е осигурено равномерно и адекватно териториално разпределение на структурите на системата за спешна медицинска помощ. Определени са минималния брой и конкретната локация на спешните центрове, осигуряващи максимално обслужване (покритие), както на населението така и на територията на София, при зададено максимално време и/или

разстояние. На тази база е изследвано максималното покритие на вариращи 3, 4 и 5 броя на спешните центрове към всички райони.

В доклада се разглежда проблема за определяне на необходимия брой на спешни екипи на Спешна медицинска помощ при обслужване на повиквания. Симулационният модел е приложен за град София, в който са заложени характерни фази на придвижване и престой с определени времеви рамки, в изпълнение на повиквания, при предварително определен брой базови станции - 3, 4 и 5 центъра за извънболнична спешна медицинска помощ и тяхното покритие по площ и население. Приложена е стратегия за определяне на променливите показатели, отнасящи се за обслужването на пациентите. Основни параметри от разработения модел, чрез които се определят броя и местоположението на екипите за спешна медицинска помощ са: отдалеченост на екипа /структурата за спешна помощ в района, който обслужва/, респективно времето за достъп; гъстотата на населението в даден район; възможност за покриване на региона от повече от 1 екип (припокриване на районите); ниво на обслужване.

ОПИСАНИЕ НА ПРОБЛЕМА

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 състоянието на пациента, неговото обработване на място, транспортно време до приемно лечебно заведение, и връщането ѝ в обслужващия базов център. Основната цел на разработения симулационен модел е да се направят обобщения, изводи и прогнози, за да се решат практически задачи свързани с определяне на необходимия брой спешни екипи и санитарните автомобили, прикрепени към тях, във всеки един установен център, които да покриват ниво на обслужване по-високо от **0,95**.

В табл. 1 са дадени имената, номерата и обозначенията на районите в София и двата основни установени спешни центъра.

Таблица 1

| | | | | | | | | | | | |
|---|---------------|----|----|---------|----|----|-----------------|-----|-----|------------|------|
| 1 | Възраждане | VA | 8 | Младост | ML | 15 | Студентски град | SG | 22 | Нови Искър | NI |
| 2 | Изгрев | IZ | 9 | Надежда | NA | 16 | Триадица | TR | 23 | Овча купел | OK |
| 3 | Илинден | IL | 10 | Оборище | OB | 17 | Банкя | BA | 24 | Панчарево | PA |
| 4 | Искър | IS | 11 | Подуяне | PO | 18 | Витоша | VI | | | |
| 5 | Красна поляна | KP | 12 | Сердика | SE | 19 | Връбница | VR | ДЦ1 | Ст.гара | ST_1 |
| 6 | Красно село | KS | 13 | Слатина | SL | 20 | Кремиковци | KRE | ДЦ2 | Св.Ана | ST_2 |
| 7 | Лозенец | LO | 14 | Средец | SR | 21 | Люлин | LU | | | |

Придвижването от базовата станция до място на инцидента е в зависимост от определената от диспечерския екип триажна категория на повикването, както следва от [7]: за код червено А1–до 8 минути. В табл. 2 са приведени резултатите от прилагане на модела за избор на спешни центрове (3,4,5) съответното прикрепване на 24 региона към тях и времената от СДЦ до региона.

Таблица 2

| Региони | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | | |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|------|-----|------|-----|------|--|
| 3бр. СДЦ | DCi | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 2 | (1)DC1-ST_1; (2)DC1-ST_2; (3)DC3-OK |
| | tij | 2.2 | 5.2 | 6.8 | 8.1 | 2.7 | 4.7 | 3.5 | 3.8 | 6.5 | 2.0 | 3.7 | 5.3 | 5.4 | 3.4 | 5.6 | 6.7 | 8.8 | 11.1 | 8.0 | 26.1 | 5.3 | 20.8 | 1.0 | 13.0 | |
| 4бр. СДЦ | DCi | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 3 | 4 | 1 | 4 | 3 | 1 | 3 | 4 | (1)DC1-ST_1;(2)DC1-ST_2;(3)DC3-VA;(4)IS |
| | tij | 1.6 | 3.9 | 5 | 6.0 | 1.0 | 6.2 | 5.9 | 1 | 4.8 | 1.5 | 2.7 | 3.9 | 4.0 | 2.5 | 4.1 | 4.9 | 14.9 | 4.3 | 5.9 | 24.2 | 1.9 | 15.3 | 7.8 | 1.0 | |
| 5бр. СДЦ | DCi | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 1 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 5 | (1)DC1-ST_1;(2)DC1-ST_2; (3)DC3-VA; (4)DC4-IS; (5)DC5-PA |
| | tij | 1 | 1 | 3.0 | 7.9 | 6.6 | 4.2 | 2.6 | 3.8 | 6.5 | 2.0 | 3.7 | 4.0 | 3.7 | 3.4 | 2.7 | 3.4 | 14.9 | 4.3 | 5.9 | 24.2 | 6.4 | 12.2 | 7.8 | 1.0 | |

РЕАЛИЗАЦИЯ НА МОДЕЛ В GPSS

Симулационният модел за определяне на необходимия брой спешни екипи при определен брой и местоположение на центрите за спешна помощ за град София е разработен чрез програмата GPSS World. В края на доклада на фиг. 1 е даден програмния код на модела на GPSS World. Заложените параметри в модела са приведени в табл.3

Таблица 3

| No | Параметри | Обозн. | Стойност | Дименсия |
|----|---|----------------|-------------|-------------------|
| 1 | Интензивност на спешни повиквания (код 1,2,3) | <i>Lamda</i> | 0.23 | бр./мин |
| 2 | Вероятност за повикване код 1 | <i>Pcode1</i> | 0.3 | |
| 3 | Вероятност повикване код 1 да се обслужи на място | <i>Pdom</i> | 0.6 | |
| 4 | Време за обработка на сп. повикване | <i>t0</i> | (0.8,2.5,2) | мин./пов. |
| 5 | Времетрайване от СЦ до място на повикване (от таблица на разстоянията) $t_{ode} = t_{ji}$; $t_{jimin} = 0.95t_{ji}$; $t_{jimax} = 1.1t_{ji}$ | <i>tji</i> | | мин. мин./пов. |
| 6 | Обработка на място | | | |
| | 6.1. При превоз до болница | <i>tD1</i> | (10,25,20) | мин./пов. |
| | 6.2. При обслужване на място | <i>tD2</i> | (15,30,25) | мин./пов. |
| 7 | При превоз до болница (6.1.) Времетрайване до болница, престой в болница, времетрайване от болница до СЦ | <i>ttcomp</i> | (31,65,45) | мин./пов. |
| 8 | При обслужване на място (6.2.) Времетрайване от място на повикване до СЦ (от таблица на разстоянията) $t_{ode} = t_{ji}$; $t_{jimin} = 0.95t_{ji}$; $t_{jimax} = 1.1t_{ji}$ | <i>tij=tji</i> | | мин./пов. |

В табл.3 тройката числа са параметри на триъгълното разпределение на вероятностите :

Триъгълно разпределение (a,b,c)

- a минимална стойност
- b максимална стойност
- c мода

Средна стойност $mean = (a + b + c)/3$

Дисперсия $Var = 1/18 (a^2 + b^2 + c^2 - a.b - a.c - b.c)$

Моделът на работата на системата за спешна помощ, реализиран GPSS World е даден на фиг.1 в Приложение 1, като в коментарите максимално са описани функционалните действия на GPSS блоковете.

РЕЗУЛТАТИ

Получени резултати от модела са онагледени на Таблица 4, 5 и 6, съответно с 3, 4 и 5 центъра, където се представя работата на спешните центрове, с определен брой екипи към всеки, % на покритие до 8 мин. Представени са резултатите: време за отговор и оборот на линейката, чрез числовите характеристики от статистическо разпределение (*mean* - средна стойност и *stdv* - средноквадратично отклонение), в % от времето за отговор до 8, 10, 16 и 22 минути.

Таблица 4

| Спешни центрове | Екипи (бр.) | Ro (бр.) | Cара | W (min/пов.) | Lq (бр.) | W(-0) (min/пов.) | LOS | Pw | обсл (%) | Време за отговор | | Оборот | |
|--|-------------|-------------|--------------|--------------|----------|------------------|--------------|--------------|----------|----------------------------|---------------|---------------|---------------|
| | | | | | | | | | | <i>mean</i> | <i>stdv</i> | <i>mean</i> | <i>stdv</i> |
| ДС1-СТ_1 | 8 | 3.09 | 0.386 | 0.102 | 0.007 | 6.86 | 0.985 | 0.015 | 0.412 | 8.24 | 5.10 | 45.78 | 17.79 |
| ДС2-СТ_2 | 5 | 1.85 | 0.369 | 0.434 | 0.013 | 9.22 | 0.957 | 0.043 | 0.251 | Време за отговор до | | | |
| ДС3-ОК | 5 | 2.39 | 0.478 | 1.237 | 0.018 | 9.15 | 0.890 | 0.110 | 0.337 | 8 мин | 10 мин | 16 мин | 22 мин |
| Общо | 18 | 7.32 | 0.407 | | | | 0.946 | 0.054 | | 64.7% | 81.9% | 94.6% | 95.9% |
| СДЦ- 3бр (Ст.Гара, Св.Ана,Овча купел)- % покритие до 8 мин-80.3% | | | | | | | | | | | | | |

Таблица 5

| Спешни центрове | Екипи (бр.) | Ro (бр.) | Сара | W (min/пов.) | Lq (бр.) | W(-0) (min/пов.) | LOS | Pw | обсл (%) | Време за отговор | | Оборот | |
|---|-------------|----------|-------|--------------|----------|------------------|-------|-------|----------|---------------------|--------|--------|--------|
| | | | | | | | | | | mean | stdv | mean | stdv |
| DC1-ST_1 | 4 | 1.11 | 0.278 | 0.285 | 0.008 | 9.77 | 0.971 | 0.029 | 0.172 | 7.50 | 4.28 | 44.681 | 17.55 |
| DC2-ST_2 | 4 | 1.27 | 0.317 | 0.489 | 0.014 | 11.53 | 0.958 | 0.042 | 0.176 | Време за отговор до | | | |
| DC3-VA | 8 | 3.47 | 0.434 | 0.193 | 0.015 | 7.24 | 0.973 | 0.027 | 0.476 | 8 мин | 10 мин | 16 мин | 22 мин |
| DC4-IZ | 4 | 1.31 | 0.328 | 0.552 | 0.016 | 11.63 | 0.953 | 0.047 | 0.176 | 70.9% | 89.0% | 95.5% | 97.6% |
| Общо | 20 | 7.16 | 0.358 | | | | 0.966 | 0.034 | | | | | |
| СДЦ- 4бр (Ст.Гара, Св.Ана,Възраждане,ИзгревОвча купел)- % покритие до 8 мин-93.8% | | | | | | | | | | | | | |

Таблица 6

| Спешни центрове | Екипи (бр.) | Ro (бр.) | Сара | W (min/пов.) | Lq (бр.) | W(-0) (min/пов.) | LOS | Pw | обсл (%) | Време за отговор | | Оборот | |
|---|-------------|----------|-------|--------------|----------|------------------|-------|-------|----------|---------------------|--------|--------|--------|
| | | | | | | | | | | mean | stdv | mean | stdv |
| DC1-ST_1 | 4 | 1.303 | 0.326 | 0.497 | 0.008 | 10.67 | 0.953 | 0.047 | 0.172 | 7.50 | 4.28 | 44.681 | 17.55 |
| DC2-ST_2 | 3 | 0.550 | 0.183 | 0.228 | 0.014 | 11.94 | 0.981 | 0.019 | 0.176 | Време за отговор до | | | |
| DC3-VA | 8 | 3.258 | 0.407 | 0.134 | 0.015 | 7.03 | 0.981 | 0.019 | 0.476 | 8 мин | 10 мин | 16 мин | 22 мин |
| DC4-IZ | 5 | 1.882 | 0.376 | 0.412 | 0.016 | 9.88 | 0.958 | 0.042 | 0.176 | 70.1% | 90.9% | 97.2% | 97.7% |
| DC4-PA | 1 | 0.10 | 0.104 | 2.672 | | 24.57 | 0.891 | 0.109 | | | | | |
| Общо | 21 | 7.10 | 0.338 | | | | 0.966 | 0.034 | | | | | |
| СДЦ- 5бр (Ст.Гара, Св.Ана,Възраждане,Изгрев,Панчарево)- % покритие до 8 мин-95.7% | | | | | | | | | | | | | |

В табл. 7 са дадени значенията на обозначенията в таблици.4,5 и 6.

ОБОЗНАЧЕНИЯ

Таблица 7

| | |
|----------------------------|--|
| Ro | натоврване на СДЦ- среден брой заети екипи (мин/пов.) |
| Сара | относителна заетост на екипите |
| W | средно време за чакане освобождаване на екип |
| Lq | среден брой повиквания , чакащи освобождаване на екип (бр.) |
| W(-0) | средно време за чакане на тези, които действително чакат (мин/пов.) |
| LOS | ниво на обслужване- вероятност за обслужване без чакане |
| Pw | вероятност дадено повикване да чака |
| Обсл% | процент на обслужените от даден СДЦ |
| Време за отговор | време от момента на повикване до пристигане на място-средна стойност – mean , средно квадратично отклонение – stdv (мин./пов.) |
| Оборот | времето от повикване до готовност за следващо повикване |
| Време за отговор до | вероятност \leq от получената емпирична функция на разпределение от модела |

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработеният и реализиран симулационен модел на GPSS World решава практически задачи свързани с определяне на необходимия брой спешни екипи и линейките, прикрепени към тях, във всеки един установен център (3, 4 и 5), които да покриват ниво на обслужване по-високо от 0,95, и % на покритие до 8 мин..

В разгледания Вариант 1 е с 3 броя центрове и местоположения: (1) DC1-ST_1, (2) DC2-ST_2, (3) DC3-OK; покритие до 8 мин. - 80,3 % от населението, като необходимия брой екипи е 18 бр. с относителна заетост Сара= 0.407. В следствие на влиянието на непокрытите райони вероятността за отговор (достигане на екипа до повикването) до мин 8 е 0.647. Вариант 2 е с 4 броя центрове и местоположения: (1) DC1-ST_1, (2) DC2-ST_2, (3) DC3-VA, (4) DC4-IS; 93,8 % от населението, брой екипи-20, Сара=0.358 и с вероятност за отговор до 8 мин-0.709. Вариант 3 е с 5 центъра, с местоположения: (1) DC1-ST_1, (2) DC2-ST_2, (3) DC3-VA, (4) DC4-IS и (5) DC5-PA, който обслужва само собствения си район; покритие до 8 мин. – 95,7 % от населението, брой екипи-21, Сара=0.338 и с вероятност за отговор до 8 мин-0.701. За център (5) DC5-

РА, може да се направи извода че не е рентабилен, тъй като инвестицията е голяма и няма съществено подобрение на показателите.

Разгледаният Вариант 2, без предварително да се фиксират филиалите, показва че по удачно би било да се изберат за филиали VA и IS със степен на покритие 93,8%, два непокрити района – KRE и NI, поради тяхната отдалеченост и население по-малко от 3% от общо за София.

Разработеният модел реализира приложимостта на структурирането и оптимизацията на системата за СМП, свързани с изследване на интензивността на потока от повиквания по районни, разпределяне по кодове, съставяне на модел за определяне на оборота на линейките и респективно броя на медицинските екипи.

Приносите на реализирания модел са в следните направления:

- Използване на комбиниран подход на аналитично и имитационно моделиране, позволяващ да се обективират показателите оборот на екипите и необходимия им брой за осигуряване на зададено ниво на обслужване.
- При наличие на статистическа информация за интензивността на повикванията в различни периоди от денонощието, на времената за отговор, престой на екипа в болница, на място на повикване и др., възможността за лесно изменение на входните параметри и изследване на различни сценарии и различни времеви периоди.
- Определяне на емпиричните вероятностни разпределения на времената за оборот на екипите и на времената за отговор при код –червено.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Теодор Беров, Петя Стоянова, Подход за симулиране заетостта и разпределението на автомобилите на спешна медицинска помощ при обслужване на повикванията чрез MS Excel, Научно електронно списание „Механика Транспорт Комуникации” ISSN 1312-3823 (print), ISSN 2367-6620 (online), бр.3 2018, статия ID:1604

[2] Стоянова П., К. Карагъзов, Изследване върху покритието на ЦСМП по брой и местоположение според определените стандарти за спешност, Научно електронно списание „Механика Транспорт Комуникации” ISSN 1312-3823 (print), ISSN 2367-6620 (online), бр.3/2016, статия ID:1306, Научен форум “Ефективност на транспортните системи”, Факултет „Транспортен мениджмънт” при ВТУ „Тодор Каблешков”, 22 - 23 юни 2016 г. , Банско., 2016г.

[3] Abuizam R., The Potential Deployment Of Set Covering And Location-Assignment Model: The Case Of Locating Trauma Centers At The Midwest Region, Journal of Business Case Studies – Fourth Quarter, Volume 10, Number 4, 2014.

[4] Marianov V., Re Velle C., The queueing maximal availability location problem: A model for the siting of emergency vehicles, European Journal of Operational Research 93 110-120, 1996.

[5] Sudtachat K., Strategies to improve the efficiency of emergency medical service (EMS) systems under more realistic conditions, All Dissertations. Paper 1359., 2014

[6] White J. and Case K., On covering problems and the central facility location problem, Geographical Analysis 6, 281, 1974 .

[7] Министерство на Здравеопазването Наредба № 12 от 30 декември 2015 г. за утвърждаване на медицински стандарт „Спешна медицина“.

*GPSS модел на работата на системата за спешна медицинска помощ

```

* Изходни параметри
INITIAL X$Lamda,0.213 ;Интензивност на повикване br./min
INITIAL X$PercenALS,0.21 ; % КОИТО СА ЗА Code-1
INITIAL X$to_c,2 ;време за реакция -mode
INITIAL X$to_a,0.8 ;време за реакция -min
INITIAL X$to_b,2.5 ;време за реакция -max
INITIAL X$PercenRet,0.768 ; % КОИТО НЕ СА ЗА БОЛНИЦА
* Време за обслужване на място при превоз в болница
INITIAL X$tD1_c,20 ; време за обслужване в дома- mode
INITIAL X$tD1_a,10 ; време за обслужване в дома- min
INITIAL X$tD1_b,25 ; време за обслужване в дома- max
* Време за обслужване на място без превоз в болница
INITIAL X$tD2_c,25 ; време за обслужване в дома- mode
INITIAL X$tD2_a,15 ; време за обслужване в дома- min
INITIAL X$tD2_b,30 ; време за обслужване в дома- max
* При обсл. в болница-времена -до болница,престой в болница и до СЦ
INITIAL X$ttcomp_c,45 ; време ttcomp- mode
INITIAL X$ttcomp_a,31 ; време ttcomp-min
INITIAL X$ttcomp_b,65 ; време ttcomp- max

* Variables *
*Променлива IAT генерира поасонов входящ поток на повиквания
IAT FVARIABLE (EXPONENTIAL(1,0,(1/X$lamda)))
To Fvariable (triangular(5, X$to_a, X$to_b, X$to_c)) ;време за реакция
Tobji Fvariable FN*3 ;реализира функция с номер,който е записан в P3 на транзакта
Tobjj Fvariable V$Tobji ; времената от СДЦ до регион и обратно са еднакви
TD_1 Fvariable (triangular(23,X$tD1_a,X$tD1_b, X$tD1_c)) ;обслужване в дома
TD_2 Fvariable (triangular(23,X$tD2_a,X$tD2_b, X$tD2_c)) ;обслужване в дома
TDcomp Fvariable (triangular(23,X$ttcomp_a,X$ttcomp_b,X$ttcomp_c)) ;престой болница

* Functions *
TYPE FUNCTION RN2,D2 ;Функция TYPE, връща стойност вида на спешното повикване
0.21,1/1,2

REGION FUNCTION RN2,D24 ;Функция REGION,връща като стойност номера на региона
0.03501227,1/0.061,2/0.087,3/0.136,4/0.182,5/0.246,6/0.285,7/0.367,8/0.421,9/
0.448,10/0.507,11/0.543,12/0.595,13/0.646,14/0.670,15/0.725,16/0.740,17/
0.785,18/0.826,19/0.843,20/0.932,21/0.943,22/0.982,23/1.000,24

BASE FUNCTION P2,L24 ;Функция BASE,връща номера на базата,обслужваща региона
1,3/2,4/3,3/4,4/5,3/6,3/7,4/8,2/9,1/10,1/11,1/12,3/
13,4/14,1/15,4/16,3/17,3/18,4/19,3/20,4/21,3/22,3/23,3/24,5
* за всеки спешен център в зависимост от избрания регион P3
* се определя модата на времепътуването
Dc1Ta equ 1 ;на Dc1Ta присвоява номер 1
Dc2Ta equ 2 ; на ...номер 2
Dc3Ta equ 3 ; на ... номер3
Dc4Ta equ 4 ; на .. номер 4
Dc5Ta equ 5 ;на .. номер5
Dc1Ta FUNCTION P2,D4
9,6.5/10,2/11,3.7/14,3.4
Dc2Ta FUNCTION P2,D1
8,3.8
Dc3Ta FUNCTION P2,D11
1,1/3,3/5,6.6/6,4.2/12,4/16,3.4/17,14.9/19,3/21,6.4/22,12.2/23,7.
8
Dc4Ta FUNCTION P2,D7
2,1/4,7.9/7,2.6/13,3.7/15,2.7/18,4.3/20,24.2
Dc5Ta FUNCTION P2,D1
24,1

```

Фиг.1 GPSS модел на системата за спешна медицинска помощ

```

* На многоканални устройства-определя капацитет и номера на имената
DC_1 EQU 1
DC_1 STORAGE 4
DC_2 EQU 2
DC_2 STORAGE 3
DC_3 EQU 3
DC_3 STORAGE 8
DC_4 EQU 4
DC_4 STORAGE 5
DC_5 EQU 5
DC_5 STORAGE 1
* Таблицы
TimeInSys TABLE MP10,1,2,50 ; табулира оборота на екипите
ReponseT TABLE MP20,0,2,30 ; табулира времето за отговор
*GPSS основен модел
Generate V$IAT ;Генерира поасонов входящ поток
ASSIGN 1, FN$TYPE ;Присвоява на параметър 1 типа на спешно
повикване
ASSIGN 2, FN$REGION ;Присвоява на параметър 2 номера на региона
ASSIGN 3, FN$BASE ;Присвоява на параметър 3 базата с линейки
TEST NE P1,1, ExitsNet ;Ако типа повикване не е 1 -код1 -към ExitsNet
MARK 10 ;В параметър 10 отбелязва момента на вход
MARK 20 ;В параметър 20 отбелязва момента на вход
ADVANCE V$To ;Обработка на повикване
QUEUE P3 ;Опашка в чакане на екип от база с номер в P3
ENTER P3 ;Заема екип от база записана в параметър 3
DEPART P3 ;Освобождава опашката за екип от база P3
* Времетраене от ДЦ до регион
ADVANCE (triangular(1,0.95#V$Tobji,1.1#V$Tobji,V$Tobji))
TABULATE ReponseT ;Табулира времето за отговор
TRANSFER X$PercenRet,,NoH ;Ако не са за болница към блок с етикет NoH
ADVANCE V$TD_1 ;Обслужване в дома
ADVANCE V$TDcomp ;Време до болница,в болница и връщане в база
TRANSFER ,Term ;Преход в блок с етикет Term
NoH ADVANCE V$TD_2 ;Обслужване на място без да се води в болница
ADVANCE V$Tobjj ;Времетраене обратно до базата
TERM LEAVE P3 ;Екипа е в базата и готов за повикване
TABULATE TimeInSys ;Табулира оборота на екипите
ExitsNet TERMINATE 1 ;транзакта напуска модела

```

Фиг.1 GPSS модел на системата за спешна медицинска помощ (продължение)

Резултатите получени от симулационния модел са за 1 000 000 транзакции в блок TERMINATE 1 и се реализират с командата START 1000000.

SIMULATION MODEL FOR DETERMINING THE REQUIRED NUMBER OF EMERGENCY CREWS AT A FIXED NUMBER AND LOCATION OF EMERGENCY CENTERS FOR THE CITY OF SOFIA

Kiril Karagyozev, Petya Stoyanova
petia_8@abv.bg, kkaragyozev@yahoo.com

Todor Kableshkov University of Transport, Sofia, st. Geo Milev – 158
BULGARIA

Key words: *Emergency medical system simulation, GPSS models, maximum set covering models*

Abstract: *By using models to select the number and location are determined variants of the structure of the centers for emergency medical assistance (EMA) and their coverage (service) of a given geographical area. Main indicators on the basis of which it is estimated the number and location of mobile teams for emergency medical care are access time; population density; the opportunity to cover the area of more than 1 team. Their number and location are determined on the basis of affiliation to the set standard in execution of calls with Code Red-8 min in service of emergency calls. The developed simulation model has been applied to Sofia-city, which has specific phases of movement and stay with certain time frames, in implementation of the calls for a predetermined number of base stations-3, 4 and 5 centers and their coverage by area and population. The flow of these emergency calls from any of the 24 area has a Poisson probability distribution related to the population in the area, and the service is from the relevant for this area EMA center. Time for employment of a team is formed by the times to travel to the location of the call, carrying out service on place, movement and delivery to the hospital and returning to the EMA center. The main application of the GPSS World's computerized simulation model is to evaluate optimization solutions to identify the required number of emergency teams in each EMA center so as to provide the set service level.*