

# Сценарное моделирование прогноза исходов у пораженных в челюстно-лицевую область при чрезвычайных ситуациях социального характера

А. В. Звонцов  
СПбГЭТУ «ЛЭТИ»  
avzvontsov@etu.ru

А. Г. Будрин<sup>1</sup>, Д. В. Соловьева<sup>2</sup>, А. В. Солдатова<sup>3</sup>  
Университет ИТМО  
<sup>1</sup>agbudrin@corp.ifmo.ru; <sup>2</sup>dvsoloveva@corp.ifmo.ru  
<sup>3</sup>avsoldatova@corp.ifmo.ru

Р. Н. Лемешкин  
Санкт-Петербургский государственный университет  
lemeshkinroman@rambler.ru

И. К. Солдатов  
Санкт-Петербургский государственный университет  
Медицинский университет «РЕАВИЗ»  
i.soldatov@spbg.ru

**Аннотация.** Рассматриваются концептуальные вопросы проведения сценарного моделирования для определения клинично-организационных особенностей поражений челюстно-лицевой области. Инструментом определения показателей лечебно-эвакуационной характеристики раненых, а также оценки их влияния на длительность пребывания на этапах медицинской эвакуации послужил метод медико-статистического анализа с применением дискриминантного анализа и анализа выживаемости с построением линейных дискриминантных функций и модели функции убытия (завершения лечения). Разработана дискриминантная модель с включением факторов, значимо влияющих на исход лечения с определением отдаленного прогноза пораженных «перспективных к возвращению» при террористическом акте, и построена модель длительности пребывания в медицинских организациях.

**Ключевые слова:** сценарное моделирование; челюстно-лицевая область; чрезвычайная ситуация социального характера; лечебно-эвакуационная характеристика; прогнозирование исходов раненых; медико-статистическая модель

## I. ВВЕДЕНИЕ

Обзор публикаций в области ЧС (чрезвычайных ситуаций) социального характера имеют ряд общих черт и признаков характеризующих поражения людей: наличие самодельных взрывных устройств (начиненных металлическими болтами, обрезками арматуры, шариками и т.д.), стрелкового оружия, ручных гранат и зажигательных смесей [1]. В сценарной модели поражений ЧЛЮ (челюстно-лицевой области) предполагается, что террористы имеют цель уничтожить мирных граждан в местах массового их скопления, с использованием вышеуказанных средств поражения как заводского, так и кустарного производства [2,3]. С целью повышения эффективности оказания медицинской помощи в результате ЧС предлагаем определить клинично-

организационные особенности поражений челюстно-лицевой области [4], используя метод сценарного моделирования.

## II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом исследования послужили данные, отраженные в учетно-отчетной документации медицинских организаций, принимавших непосредственное участие в оказании медицинской помощи пораженным в ЧС социального характера.

Методами исследования были выбраны: литературно-аналитический, исторического сопоставления, сценарного моделирования террористической атаки, медико-статистического анализа с применением дискриминантного анализа и анализа выживаемости с построением линейных дискриминантных функций, и модели функции убытия (завершения лечения) [5].

## III. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Проведен анализ 178 случаев поражений и травм челюстно-лицевой области у пациентов, поступивших в медицинские организации, имеющих синдромосходные состояния [6], возникающие при ЧС социального характера.

Так, среди всех пострадавших 63% составляли лица мужского пола и 37% – женского. Средний возраст составил около 42 лет. Время оказания медицинской помощи от момента получения травмы по данным медицинской документации составило  $18,9 \pm 0,4$  мин.

Все поступившие по окончательному диагнозу были распределены на три большие исследовательские группы на основании МКБ-10. Так, в 56,2% пострадавшие имели только внутричерепную травму, в 30,9% – закрытые переломы челюстей, скуловых костей и у 12,9% диагностирована открытая рана головы. Число

поврежденных областей тела в среднем составило  $1,5 \pm 0,1$ . Виды ранений представлены в табл. 1.

ТАБЛИЦА I Виды ранений

Вид ранения	Абс.	%
Изолированные (одиночные) ранения (травмы) – повреждения одной анатомической области одним ранящим (травмирующим) агентом (предметом)	96	53,9
Множественные ранения (травмы) – множественные повреждения одной анатомической области одним или несколькими ранящими (травмирующими) агентами (предметами)	35	19,7
Сочетанные ранения (травмы) – повреждения нескольких анатомических областей одним или несколькими ранящими (травмирующими) агентами (предметами)	47	26,4

В результате проведенного лечения по данным выписных эпикризов состояние пациентов на момент завершения лечения составило (табл. 2).

ТАБЛИЦА II Состояние пациентов

Состояние больного в период и после лечения	Абс.	%
Легкая степень	141	79,2
Средняя степень	32	18,0
Тяжелая степень	5	2,8

По объективным данным, представленным в табл. 1 и 2, проведена оценка степени тяжести травм, используемой в военно-полевой хирургии (ВПХ) [7]. Так, 1 баллу соответствовало 24,2% случаев, 2 баллам – 75,3% и 3 баллам 0,5 % случаев.

В специализированных больницах госпитальное лечение получили 147 человек (82,6%) со средним сроком лечения  $22,2 \pm 1,1$  койко-дня, а в медицинских специализированных центрах 31 человек (17,4%) со средним сроком лечения  $27,4 \pm 2,1$  койко-дня.

По результатам исхода лечения, в зависимости от степени тяжести ранения (травмы) определена достоверная взаимосвязь ( $\chi^2=84,811$ ,  $df=3$ ,  $p<0,05$ ), которая представлена в табл. 3.

ТАБЛИЦА III ИСХОДЫ ЛЕЧЕНИЯ ТРАВМ ЧЛО

	легкая	средняя	тяжелая	Крайне тяжелая
перспективные	42 24,7%	116 68,2%	12 7,1%	–
неперспективные	–	–	6 75,0%	2 25,0%

Расчет результатов исхода лечения в зависимости от тяжести повреждения по классификатору объективной оценки степени тяжести травм, используемой в ВПХ с достоверной взаимосвязью ( $\chi^2=26,298$ ,  $df=2$ ,  $p<0,05$ ), представлен в табл. 4.

ТАБЛИЦА IV РЕЗУЛЬТАТЫ ИСХОДА ЛЕЧЕНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЯЖЕСТИ ПОВРЕЖДЕНИЯ

	1 балл	2 балла	3 балла
перспективные	35 20,6%	134 78,8%	1 0,6%
неперспективные	8 100,0%	–	–

Аналогичный расчет результатов исхода лечения в зависимости от вида травмы (ранения) с достоверной взаимосвязью ( $\chi^2 = 10,438$ ,  $df=2$ ,  $p<0,05$ ) представлен в табл. 5.

ТАБЛИЦА V РЕЗУЛЬТАТЫ ИСХОДА ЛЕЧЕНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВИДА ТРАВМЫ

	Изолированные (одиночные) ранения	Множественные ранения	Сочетанные ранения
перспективные	94 55,3%	35 20,6%	41 24,1%
неперспективные	2 25,0%	–	6 75,0%

Результаты исхода лечения в зависимости от состояния больного (табл. 6) в ходе и после лечения ( $\chi^2 = 69,747$ ,  $df=2$ ,  $p<0,05$ ) рассчитывались подобным же образом.

ТАБЛИЦА VI РЕЗУЛЬТАТЫ ИСХОДА ЛЕЧЕНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОСТОЯНИЯ БОЛЬНОГО В ХОДЕ И ПОСЛЕ ЛЕЧЕНИЯ

	Легкая	средняя	тяжелая
перспективные	139 81,8%	30 17,6%	1 0,6%
неперспективные	2 25,0%	2 25,0%	4 50,0%

В разрабатываемой сценарной модели были учтены данные по совершенным террористическим актам. Принятые ограничения и допущения в сценарной модели позволили каждому изучаемому фактору определить набор коэффициентов для линейных классификационных функций (табл. 7).

ТАБЛИЦА VII КОЭФФИЦИЕНТЫ ЛИНЕЙНЫХ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ ФУНКЦИЙ

Изучаемый признак	Код признака	G 1:1 $p=0,9550$ 6	G 2:2 $p=0,0449$ 4	Уровень знач., р
Степень тяжести ранения/травмы/заболевания: легкая, средней степени, тяжелая, крайне тяжелая	$X_1$	7,3264	11,2507	0,0001
Тяжесть повреждения по классификатору объективной оценки степени тяжести травм используемой военно-полевой хирургией	$X_2$	14,5270	10,0124	0,0005
Вид ранящего агента	$X_3$	71,2855	63,4991	0,04
Состояние больного в ходе и после лечения	$X_4$	7,6946	11,5073	0,001
Число поврежденных областей тела	$X_5$	-0,6523	0,9758	0,001
Константа	–	-86,3217	-84,6545	–

Линейные дискриминантные функции представлены в следующем виде:

$$\text{ЛДФ1 («перспективные...»)} = -86,3217 + 7,3264X_1 + 14,5270X_2 + 71,2855X_3 + 7,6946X_4 - 0,6523X_5 \quad (1)$$

$$\text{ЛДФ2 («неперспективные...»)} = -84,6545 + 11,2507X_1 + 10,0124X_2 + 63,4991X_3 + 11,5073X_4 + 0,9758X_5 \quad (2)$$

Таким образом, дискриминантная модель выявления факторов, значимо влияющих на исход лечения с определением отдаленного прогноза, основана на 5 основных признаках: вид и причины повреждений, степень тяжести и состояние пораженных в период лечения и после него, число поврежденных областей тела.

Данная модель обладает высокой информационной способностью (98,28%) и является статистически значимой ( $p < 0,001$ ).

Наибольшей чувствительностью обладает группа «перспективные к возвращению» [8]. Так, из табл. 8 следует, что в данной группе предлагаемая модель обеспечивает совпадение прогнозируемого исхода с реальным результатом в 98,8% случаев (совпадение результатов лечения у 164 из 165 пораженных); в группе «неперспективные к возвращению» – совпадение прогнозируемого исхода с реальными результатами составило 87,5% (совпадение результатов у 7 из 9 пораженных).

ТАБЛИЦА VIII КЛАССИФИКАЦИОННАЯ МАТРИЦА ПО МОДЕЛИ ЛДФ

Исход лечения	%	Исход лечения – «перспективные к возвращению»	Исход лечения – «неперспективные к возвращению»
Исход лечения – «перспективные к возвращению»	98,80	164	2
Исход лечения – «неперспективные к возвращению»	87,50	1	7
Всего:	98,28	165	9

По строкам: классификация соответственно базе данных.  
По столбцам: классификация соответственно прогнозу

Модель функции убытия (завершения лечения) построена методом регрессионного анализа при предположении об экспоненциальном, нормальном или логнормальном распределении длительности пребывания в медицинской организации. Зависимой переменной в модели выступает койко-дни лечения, независимые переменные – факторы, влияющие на неё. Исходя из предшествующей полученной модели и анализа факторов исследовательской матрицы, были получены коэффициенты модели для трех наиболее значимых факторов (табл. 9).

По данным, полученным в результате регрессионного анализа, построена модель длительности пребывания в медицинской организации по критерию Хи-квадрат максимального правдоподобия как достоверная ( $\chi^2 = 33,0209$ ,  $df=13$ ,  $p < 0,001$ ). Все коэффициенты модели значимы с уровнем значимости  $p < 0,05$ .

$$h(t; x) = h_0(t; x) \exp(0,056X_1 - 0,541X_2 + 0,2390X_3) \quad (3),$$

где:  $X_1$  и др. – центрированные значения факторов, т.е. разности текущих и средних значений данных факторов.

По знакам коэффициентов модели (3) видно, что фактор  $X_2$  «Степень тяжести ранения/травмы/заболевания» отрицательно влиял на функцию убытия (завершения лечения).

ТАБЛИЦА IX КОЭФФИЦИЕНТЫ МОДЕЛИ ИССЛЕДУЕМЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, ВЛИЯЮЩИХ НА ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ПРЕБЫВАНИЯ В МЕДИЦИНСКИХ ОРГАНИЗАЦИЯХ

№ показателя	Код показателя	Beta	Standard Error	t-value	exponent beta	Wald Statist.	P
$X_1$	Уровень оказания медицинской помощи (медицинские специализированные центры; специализированные больницы)	0,056	0,017	3,305	1,058	10,921	0,0009
$X_2$	Степень тяжести ранения/травмы/заболевания: 1 – легкая, 2 – средней степени, 3 – тяжелая, 4 – крайне тяжелая	-0,541	0,237	-2,282	0,582	5,209	0,0225
$X_3$	Число поврежденных областей тела	0,2390	0,110	2,1711	1,2700	4,7137	0,0299

По данным  $\exp B$  (табл. 10) производим оценку относительной величины степени влияния  $k_i, \%$  трех факторов, включенных в модель (3).

ТАБЛИЦА X ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ СТЕПЕНИ ВЛИЯНИЯ ИССЛЕДУЕМЫХ ФАКТОРОВ НА ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ПРЕБЫВАНИЯ В МЕДИЦИНСКИХ ОРГАНИЗАЦИЯХ

№ показателя	Код показателя	Степень влияния $k_i, \%$
$X_1$	Уровень оказания медицинской помощи (медицинские специализированные центры; специализированные больницы)	36,4
$X_2$	Степень тяжести ранения/травмы/заболевания: 1 – легкая, 2 – средней степени, 3 – тяжелая, 4 – крайне тяжелая	20,0
$X_3$	Число поврежденных областей тела	43,6

Из представленных данных (табл. 10) следует, что степень влияния на длительность пребывания на этапах медицинской эвакуации зависит в 100,0% в сумме от факторов «Уровень оказания медицинской помощи (медицинские специализированные центры; специализированные больницы)»  $X_1$  и «Степень тяжести ранения/травмы/заболевания»  $X_2$  и «Число поврежденных областей тела»  $X_3$ . Остальные факторы в сумме имеют чуть меньшее значение.

Выявленные факторы повлияли на результаты анализа данных длительности пребывания в медицинских организациях с определяем вероятности (%) сроков выписки (рис. 1).

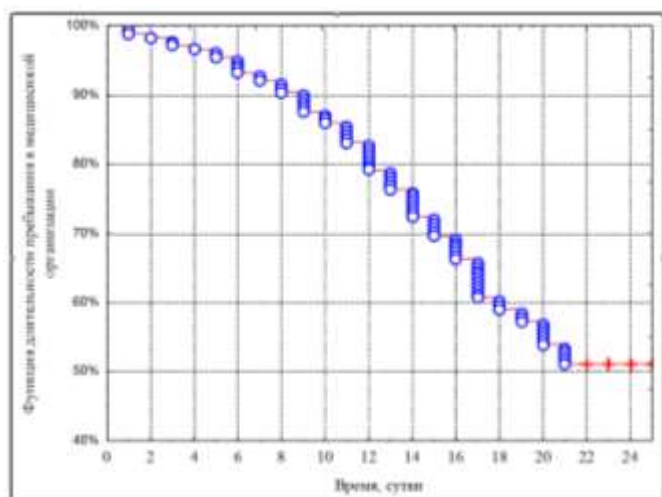


Рис. 1. Модель функции длительности пребывания (выписки) в медицинской организации по усредненным значениям

Представленные расчеты (рис. 1) показывают, что 51,0 % пациентов, получивших повреждения вследствие ЧС социального характера, продолжают свое лечение в медицинских организациях более 21 койко-дней.

#### IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Определение клинико-организационных особенностей поражённых в челюстно-лицевую область, используя метод сценарного моделирования позволил сформулировать следующие выводы:

- сценарное моделирование как метод научного познания позволяет смоделировать схожие условия ЧС на основе полученного опыта оказания медицинской помощи;
- особенность поражений челюстно-лицевой области – это изолированные (одиночные) ранения (травмы) с легкой степенью тяжести после госпитального лечения с благоприятным прогнозом без утраты общей трудоспособности;
- дискриминантная модель позволила выявить факторы, влияющие на прогноз и исход лечения, такие как: вид и причины повреждений, степень тяжести и состояние поражённых в период лечения

и после него, число поврежденных областей тела, что позволяет спрогнозировать затраты ресурсов на обслуживание данных контингентов в медицинских организациях (численность специалистов, коечного фонда, лекарственных средств и медицинского имущества);

- регрессионный анализ позволил определить степень влияния исследуемых факторов на длительность пребывания в медицинских организациях, к которым были отнесены уровень оказания медицинской помощи, степень тяжести ранения/травмы/заболевания, число поврежденных областей тела. В полученной модели пораженных в челюстно-лицевую область при ЧС социального характера прогнозируемая длительность пребывания пациентов составит 21 койко-день для половины всех поступивших случаев.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Лемешкин Р.Н., Григорьев С.Г., Савченко И.Ф., Северин В.В., Крючков О.А., Акимов А.Г., Чеховских Ю.С., Дмитриев Г.В. // Вестн. Рос. воен.-мед. акад. 2017. № 2(58). С. 156–166.
- [2] Стажадзе Л.Л., Адамов В.Р., Крутиков В.А., Лукьянчук Э.М. Некоторые вопросы организации медицинского обеспечения пострадавших при криминальных взрывах // Воен.-мед. журн. 2012. №10. С. 16–22.
- [3] Расследование преступлений, совершенных с использованием взрывчатых веществ и взрывных устройств / Под ред. З.И. Брижак. М.: «КРЕДО», 2012. 234 с.
- [4] Семенов В.П., Будрин А.Г., Будрина Е.В., Солдатов И.К., Солдатов А.В. // Качество. Инновации. Образование. 2017. № 7(146). С. 31-37.
- [5] Юнкеров В.И., Григорьев С.Г., Резванцев М.В. Математико-статистическая обработка данных медицинских исследований: учеб. пособие. 3-е изд. СПб.: ВмедА, 2011. 318 с.
- [6] Структура челюстно-лицевых повреждений сочетанных с черепно-мозговой травмой / А.З. Шалумов, О.В. Левченко, Н.Ю. Кутровская // XI Всерос. науч.-практ. конф. нейрохирургов «Поленовские чтения»: сб. науч. трудов. М., 2012. С. 137.
- [7] Военно-полевая хирургия: национальное руководство / Под ред. И.Ю. Быкова, Н.А. Ефименко, Е.К. Гуманенко. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. 816 с.
- [8] Приказ Минтруда России от 29 января 2014 № 59н «Об утверждении Административного регламента по предоставлению государственной услуги по проведению медико-социальной экспертизы» // Росс. газета. 2014. № 6423. 9 июля.