

Хасуева З. С., Самошин Д. А., Фан А.
Академия Государственной противопожарной службы МЧС России, 129366,
e-mail: zulikhan9586@mail.ru, inbox-d@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ БЕРЕМЕННЫХ ЖЕНЩИН НА СКОРОСТЬ ИХ ДВИЖЕНИЯ ПРИ ЭВАКУАЦИИ В СЛУЧАЕ ПОЖАРА

В статье рассмотрены проблемы обеспечения безопасной эвакуации пациенток перинатальных центров. В результате обработки эмпирических данных были получены зависимости между такими параметрами их движения как скоростью и эмоциональным состоянием.

Ключевые слова: процесс эвакуации, скорость свободного движения, маломобильные группы населения.

Khasueva Z. S., Samoshin D. A., Fan A.

THE INFLUENCE OF EMOTIONAL CONDITION OF PREGNANT WOMEN ON THEIR SPEED DURING FIRE EVACUATION

In this paper considered the problems of ensuring safe evacuation of patients from the perinatal centers. As a result of processing of empirical data was obtained dependence between such parameters as speed of movement and emotional state

Key words: the process of evacuation, the speed of free movement, people with limited mobility.

Введение

Снижение показателей материнской и младенческой смертности, в том числе при пожаре, представляет собой одну из стратегических задач политики государства. Согласно статистическим данным, в России за 2015 год родилось около 2 млн. детей (около 75 % в городах и 25 % в сельской местности). Естественно, что женщины и новорожденные являлись пациентам учреждений родовспоможения, основной деятельностью которых является организация лечебно-профилактических мероприятий, направленных на охрану здоровья женщин во время беременности, родов и в послеродовой период. В настоящее время в Российской Федерации функционируют более ста перинатальных центров и около 150 родильных домов [1,2].

В случае возникновения чрезвычайной ситуации (пожара) основной функциональный контингент учреждений родовспоможения необходимо эвакуировать.

Исследованием процесса эвакуации начиная с 20-го века занимались многие отечественные ученые. Около 20 лет назад начались активные ис-

следования параметров движения так называемых маломобильных групп населения [4-6]. В соответствии с СП 59.13330 к их числу отнесены: инвалиды, люди с временным нарушением здоровья, беременные женщины, люди преклонного возраста, люди с детскими колясками и т.п. Выделено 4 группы людей по мобильности и установлены параметры их движения [7].

Однако беременные женщины не отнесены ни к одной из групп, и параметры их движения неизвестны. Это является существенным недостатком для обеспечения безопасности при возникновении пожара, так как женщины в таком состоянии имеют ряд особенностей, снижающих их способность к эвакуации. Установлено [9], что уже с 20 недели беременность женщины начинает оказывать влияние на ее двигательную активность. Ребенок начинает стремительно расти, вместе с ним увеличивается объем живота. Следовательно, растет и масса тела, которая в норме должна увеличиться не более чем на 10 кг, но может и значительно больше. Тогда женскому телу необходимо компенсировать свои быстро меняющиеся биомеханические показатели. У беременной женщины из-за перераспределения веса увеличивается осевая нагрузка на суставы конечностей. Вся нагрузка, включая нагрузку от увеличившейся массы тела, смещается на стопу. Это может привести к болям в ногах, спине и шее, нежелательным травмам, отёкам, варикозному расширению вен. Прибавление в весе и пропорциях изменяет биомеханическую структуру ходьбы, снижая ритмичность движения и, как следствие, скорость движения. Наблюдается быстрая утомляемость. Увеличивается площадь горизонтальной проекции.

Очевидно, что все эти обстоятельства увеличивается время эвакуации, однако показателей для определения расчетных величин этого процесса в настоящее время нет, что указывает на необходимость восполнения этого пробела. В рамках данной работы рассматривается один из показателей – скорость свободного движения с учетом эмоционального состояния беременных женщин.

Выбор объекта исследования и методика проведения эксперимента

Всего в России выделено три уровня акушерской помощи, разделяемой по функциональной структуре, по объему оказания помощи беременным и новорожденным. «Учреждения первого уровня помощи - акушерские отделения и родильные дома, обеспечивающие помощь в течение беременности и родов пациенткам низкого перинатального и акушерского риска. Учреждения второго уровня - родильные дома, обеспечивающие кроме базовой помощи, акушерскую помощь беременным низкого и среднего перинатального и акушерского риска. Учреждения третьего уровня - перинатальные центры. Перинатальный центр - учреждение родовспоможения, оказывающее все виды высокотехнологичной, медицинской стационарной помощи в области акушерства, гинекологии, неонатологии и в

т.ч. хирургии новорожденных, а также осуществляющее амбулаторную, консультативно-диагностическую и медико-реабилитационную помощь женщинам и детям раннего возраста» [3]. Именно в одном из таких центров г. Москвы в ноябре 2015-мае 2016 год проводились замеры скоростей. Наблюдения проводились в утреннее (с 8:00 до 11:00), а также вечернее время (с 16:00 до 19:00). Именно в эти временные периоды пациентки с наибольшей торопливостью направляются либо на прием к врачу, либо возвращаются домой. За три часа наблюдений представлялось возможным измерить скорости приблизительно 40 женщин. Наблюдателем фиксировались женщины в третьем триместре (7-9 месяц) беременности. Измерение скоростей движения осуществлялось следующим образом (рис. 1):

- предварительно выбирались удобные для наблюдения участки пути и замерялась их протяженность;

- наблюдатель занимал место в конце участка наблюдения по ходу движения;

- отмечалось время преодоления выбранного участка с помощью секундомера и далее рассчитывалась скорость движения.

Далее определялась достаточность полученных данных скоростей движения для того, чтобы они с наименьшей вероятностью ошибки (3-5%) отражали основные характеристики генеральной совокупности, так как их недостаточное количество ведет к ошибочным результатам. Для определения необходимого числа экспериментальных данных производился расчет по формуле (1)

$$n = \frac{(x \cdot v)^2}{\varepsilon^2}, \quad (1)$$

где $x=2,06$ – коэффициент доверительной вероятности $P(0,96)$;

$v = (\sigma / \bar{X}) \cdot 100 \%$ - значение меры изменчивости, %;

$\varepsilon = 3-5 \%$ - показатель точности исследований.

На основе проведенных расчетов установлена необходимая численность количества измерений, которая сопоставлялась с полученной в результате наблюдений, табл. 1.

Таблица 1

Соотношение фактической и необходимой численности экспериментов

Вид пути	Количество измерений	
	Фактическое	необходимое
Горизонталь	380	91
Лестница вниз	156	107
Лестница вверх	155	85



Рис. 1. Замеры скоростей движения пациенток перинатального центра: по горизонтальному участку пути; по лестнице вниз и вверх.

Данные табл. 1 показывают, что полученное в результате количество измерений достаточно для отражений генеральной совокупности на заданном уровне значимости. Дальнейшая статистическая обработка результатов проводилась с использованием компьютерных программ Microsoft Excel и SPSS Software «Statistical Package for the Social Sciences». Гистограммы и статистические характеристики серий наблюдений приведены на рис. 2-4.

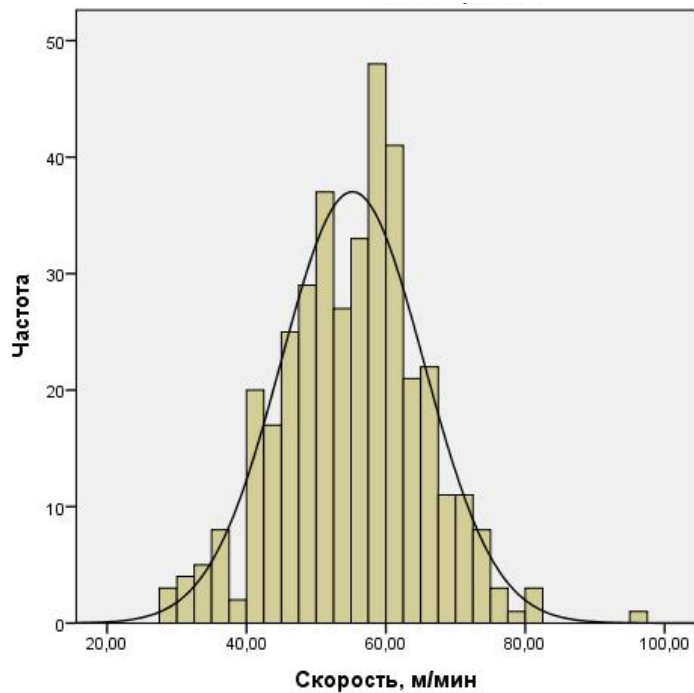


Рис. 2. Гистограмма скоростей свободного движения женщин в третьем триместре беременности по горизонтальному участку пути (количество наблюдений – 380, математическое ожидание $\mu = 55,2$ м/мин, среднееквадратическое отклонение $\sigma = 10,2$ м/мин, 95% доверительный интервал для среднего: нижняя граница – 54,2 м/мин, верхняя граница – 56,2 м/мин)

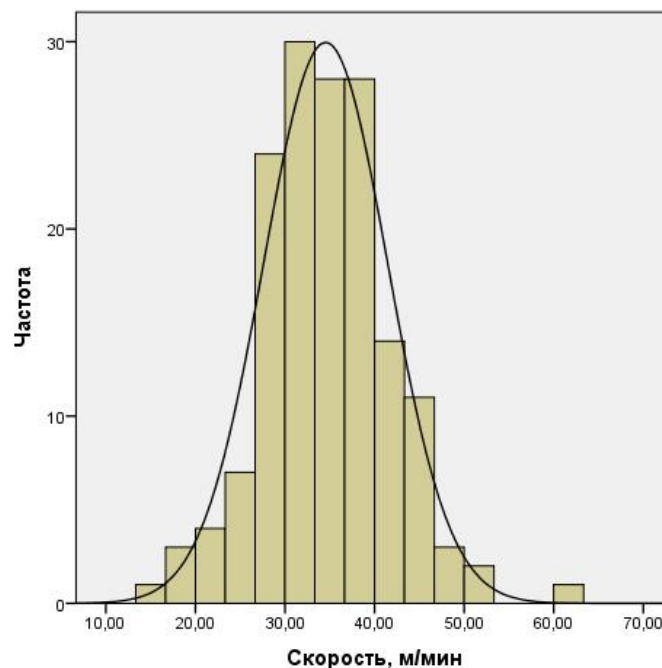


Рис.3. Гистограмма скоростей свободного движения женщин в третьем триместре беременности по лестнице вниз (количество наблюдений – 156, математическое ожидание $\mu = 34,5$ м/мин, среднееквадратическое отклонение $\sigma = 6,9$ м/мин, 95% доверительный интервал для среднего: нижняя граница – 33,4 м/мин, верхняя граница – 35,6 м/мин)

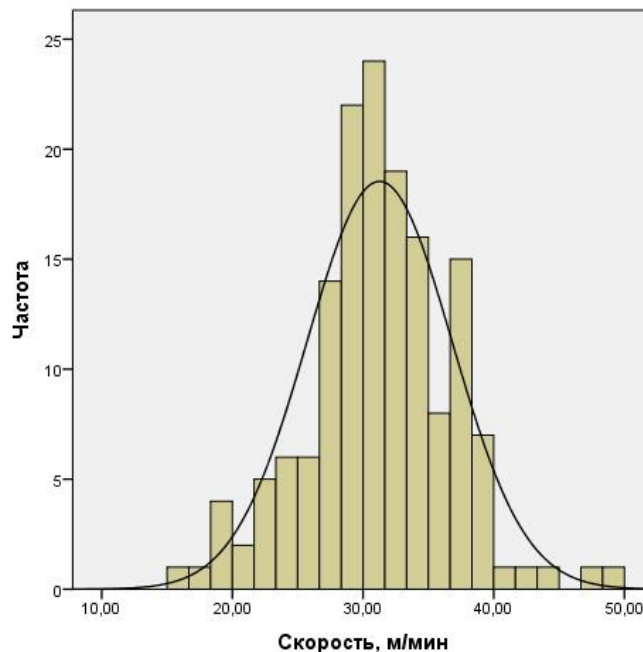


Рис. 4. Гистограмма скоростей свободного движения женщин в третьем триместре беременности по лестнице вверх (количество наблюдений – 155, математическое ожидание $\mu = 31,3$ м/мин, среднеквадратическое отклонение $\sigma = 5,6$ м/мин, 95% доверительный интервал для среднего: нижняя граница – 30,4 м/мин, верхняя граница – 32,1 м/мин)

Анализ полученных результатов показывает, что распределение значений скоростей близко к нормальному закону. Действительно, проверка гипотезы о нормальном распределении выборочных совокупностей, с помощью математического критерия Колмогорова-Смирнова, которая показала, что все они подчиняются нормальному закону распределения.

Важно отметить, что беременность существенно образом снижает скорость движения (почти в 2 раза при движении по горизонтальному пути и почти в 3 раза – при движении по лестнице вниз). Однако, рассматриваемые значения являются средними значениями, не отражающих эмоционального настроя пешеходов. Следующим этапом исследования являлось шкалирование эмоциональных состояний для определения скоростей, соответствующих категории движения «повышенная активность», так значения скоростей именно этой категории используются для нормирования и расчета процесса эвакуации людей.

Зависимость скорости движения беременных женщин от их эмоционального состояния

Для решения поставленной задачи использовалась методика, разработанная в 80-х годах прошлого века (и многократно апробированная в дальнейшем) проф. В.В. Холщевниковым [10], в основе которой лежит

теория распределения крайних членов выборки на основе двойного показательного закона.

Отбор максимальных значений V_n из выборочных совокупностей в интервале плотности $D=0-1$ (чел./м²) проводился из условия $V_n > \bar{V} + 2\sigma$, где \bar{V} – математическое ожидание скоростей в выборке, м/мин; σ – стандартное отклонение, м/мин.

Далее определяем эмпирическую вероятность крайних членов выборки $P(V_n)$:

$$P(V_n) = \frac{n}{\sum n + 1} \quad (2)$$

Выражаем вероятность крайних членов выборки на основе двойного показательного закона

$$P(V_n) = e^{-e^{-x_n}} \quad (3)$$

Выражаем нормированное отклонение от моды кривой плотности распределения X_n с учетом эмпирических значений $P(V_n)$ из соотношения

$$X_n = -\ln[-\lg P(V_n)] - 0,83405 \quad (4)$$

строим эмпирическое распределение максимальных значений скоростей движения людей и соответствующих им вероятностей (рис. 5), которое было аппроксимировано линейной зависимостью вида

$$V_n = \alpha X_n + g \quad (5)$$

где α и g – коэффициенты аппроксимации.

Тогда для горизонтального пути:

$$V_n = 6,335X_n + 78,42 \quad (6)$$

для лестницы вниз:

$$V_n = 6,118X_n + 51,40 \quad (7)$$

для лестницы вверх:

$$V_n = 3,091X_n + 45,75 \quad (8)$$

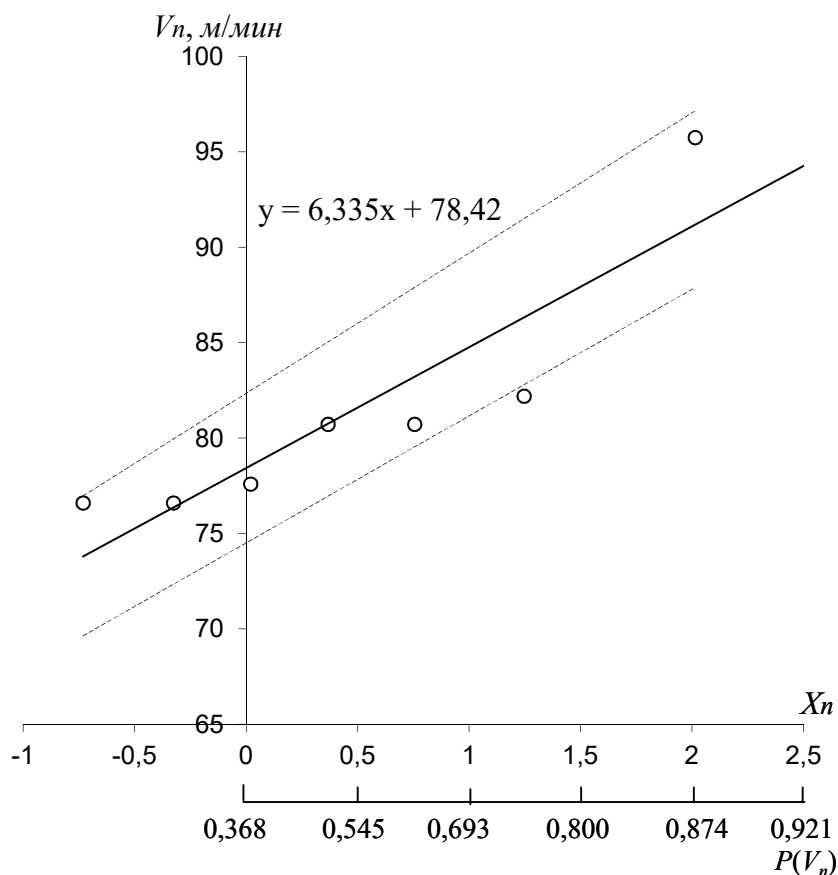


Рис. 5. Построение теоретической модели распределения максимальных значений скоростей движения беременных женщин в третьем триместре беременности по горизонтальному участку пути
 ○ ○ ○ - значения максимальных членов выборки;
 - - - - границы области при 5% уровне значимости

На основе сформированного массива значений V_n были получены численные характеристики скорости свободного движения по различным видам пути в зависимости от эмоционального состояния женщин в период последнего триместра беременности:

По горизонтали

$$V_0^{\exists} = 36,57 - 3,17 \ln[-\lg(0,1 + 1,284\exists)] \quad (9)$$

По лестнице вниз

$$V_0^{\exists} = 23,15 - 3,06 \ln[-\lg(0,1 + 1,284\exists)] \quad (10)$$

По лестнице вверх

$$V_0^{\exists} = 21,59 - 1,55 \ln[-\lg(0,1 - 1,284\exists)] \quad (11)$$

Полученная зависимость связывает скорость свободного движения и уровень эмоционального состояния людей. Анализ зависимости показывает, что ее характер заметно меняется по мере увеличения \exists , величины, учитывающей степень психологической напряженности ситуации. В связи с этим, необходимо решить задачу аргументированного обоснования значений \exists для соотнесения скоростей движения с категориями движения. С

этой целью, каждая из зависимостей для различных участков пути (9, 10, 11) разбивалась на отрезки, каждый из которых описывался линейной, затем квадратичной и далее экспоненциальной зависимостью (рис. 6.). Естественным критерием выбора точек, в которых функция меняет свои характеристики (и, следовательно, изменяются категория движения), является минимизация отклонения выбранной аппроксимации от изучаемой кривой. Иными словами, искомые точки – это точки, в которых применительно к данной задаче коэффициент корреляции становился ниже 0,99. Решая задачу, таким образом, были установлены численные характеристики скорости свободного движения для различных категорий движения пациенток перинатального центра по различным участкам пути, табл. 2. Наиболее высокие показатели скоростей движения соответствуют категории «повышенная активность», которая предполагается при возникновении угрозы жизни человека.

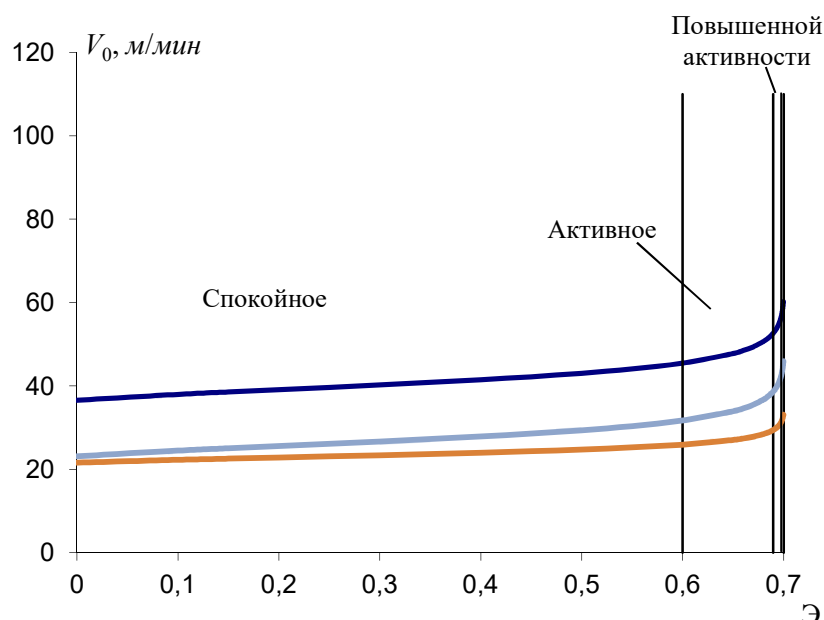


Рис. 6. Зависимость скорости свободного движения пациенток перинатального центра от степени психологической напряженности ситуации

Таблица 2

Скорости свободного движения пациенток перинатального центра в третьем триместре беременности по видам пути при соответствующих категориях движения

Категория движения	Скорость свободного движения V_0 , м/мин.		
	Горизонтальный путь	Лестницы вниз	Лестницы вверх
Комфортное	менее 36,6	менее 23,1	менее 21,6
Спокойное	36,6 – 45,5	23,1 – 31,7	21,6 – 25,9
Активное	45,5 – 52,64	31,7 – 38,7	25,9– 29,4
Повышенная активность	52,64 – 60,2	38,7 - 46	29,4 – 33,1

В результате проведенной работы установлены скорости движения беременных женщин при различных уровнях психологической напряженности ситуации, что позволяет использовать их как для решения задач, связанных с обеспечением безопасности в чрезвычайных ситуациях, так и для решения градостроительных и архитектурных задач широкой направленности.

Исследование скоростей свободного движения беременных женщин, проведенных во Вьетнаме

Результаты исследований скоростей движения беременных женщин, проведенные во Вьетнаме в августе 2015г. в Акушерско-гинекологическом госпитале г. Ханоя на ул. Ла Тхань, позволили получить данные о скорости их свободного движения (без влияния плотности). Замеры проводились на горизонтальном пути. С этой целью выбирался участок пути длиной 3м, замерялось время его преодоления женщиной с визуальными признаками беременности и вычислялась скорость ее движения. Всего был выполнен 151 замер. Гистограмма значений приведена на рис.7.

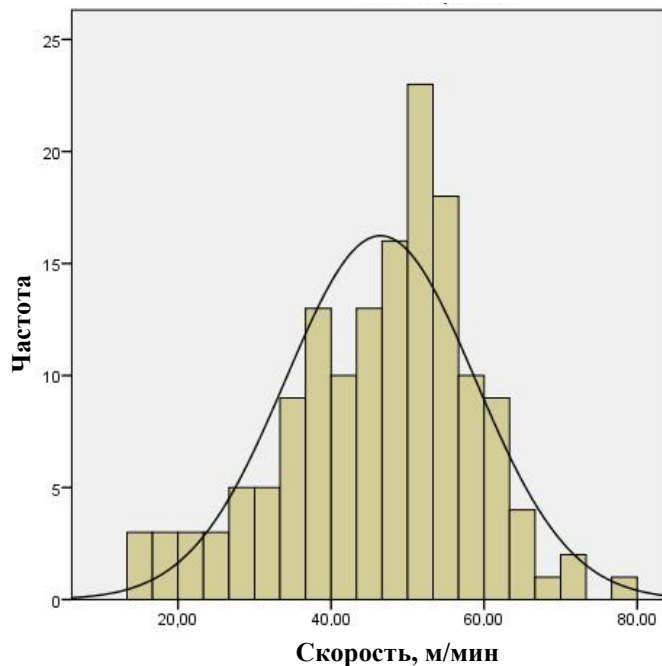


Рис. 7. Скорость движения беременных женщин Вьетнама (количество наблюдений – 151, математическое ожидание $\mu = 46,5$ м/мин, среднеквадратическое отклонение $\sigma = 12,4$ м/мин, 95% доверительный интервал для среднего: нижняя граница – 44,5 м/мин, верхняя граница – 48,4 м/мин)

По методике, рассмотренной выше, удалось установить связь между эмоциональным состоянием и скоростью движения женщин, рис. 8.

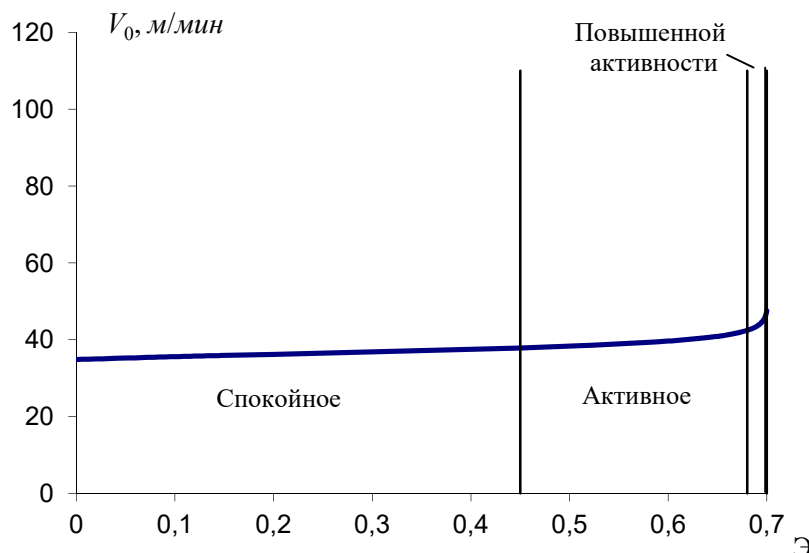


Рис. 8. Зависимость скорости свободного движения беременных женщин Вьетнама от степени психологической напряженности ситуации

В результате, были получены численные характеристики скорости свободного движения для различных категорий движения беременных женщин Вьетнама по горизонтальному участку пути, табл. 3.

Скорость свободного движения беременных женщин Вьетнама по горизонтальному участку пути при соответствующих категориях движения

Категория движения	Скорость свободного движения V_0 , м/мин
Комфортное	менее 34,8
Спокойное	34,8 – 39,8
Активное	39,8 – 43,8
Повышенная активность	43,8 – 48,1

Данные табл. 3 показывают, что значения скорости движения вьетнамских женщин несколько ниже, чем для россиянок. По всей видимости, это объясняется несколько меньшими антропометрическими размерами тела, что обуславливает меньшую длину шага, и, как следствие скорость движения.

Заключение

Беременные женщины отнесены к маломобильными группам населения, однако параметры их движения были не установлены, что не позволяло объективно оценивать их безопасность в случае возникновения чрезвычайной ситуации. В результате выполнения настоящего исследования решена одна из задач – установлена скорость свободного (без влияния плотности) движения беременных женщин по различными видам пути. Более того, установлена связь между эмоциональным состоянием и скоростью движения, что позволяет использовать те или иные значения скоростей движения в зависимости от психологической напряженности ситуации.

Полученные результаты является необходимыми для построения системы пожарной безопасности объекта защиты, но не достаточными, так как не установлены особенности поведения беременных женщин в начальной стадии пожара и затраты времени на этом этапе, а также не установлены параметры поточного движения, однако исследования в этой области активно продолжаются.

Литература

1. Комментарий Минздрава России по вопросу доступности акушерских коек. Материал опубликован 07 августа 2015 в 09:44. Обновлено 14 августа 2015 в 15:52.
2. Федеральная служба государственной статистики. [электронный ресурс] – Электронные данные.- М. - Режим доступа: <http://www.gks.ru/>, свободный.
3. Методические рекомендации 173-ПД/707 "Проектирование перинатальных центров и других учреждений родовспоможения" (утв. Министерством здравоохранения и социального развития РФ 18 декабря 2007 г.).
4. *Истратов, Р. Н.* Нормирование требований пожарной безопасности к эвакуационным путям и выходам в стационарах социальных учреждений по обслуживанию граждан пожилого возраста : дис. ... канд. техн. наук / Р. Н. Истратов. – М. : Академия ГПС МЧС России, 2014. - 160 с.
5. *Самошин Д. А., Слюсарев С.В.* Особенности индивидуального движения людей различной мобильности в общем потоке эвакуируемых из здания при пожаре //Технологии техносферной безопасности - URL: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2015-3/43-03-15.ttb.pdf> (Дата обращения 23.11.2015)
6. *Самошин Д. А.* Состав людских потоков и параметры их движения при эвакуации: Монография. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2016. – 210с.
7. Приказ МЧС России от 26.06.2009г. №382 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» (с изменениями и дополнениями).
8. *Ильинских Н. Н.* Особенности эмоциональной сферы беременных женщин //Сборник научных трудов «Естествознание и гуманизм» - 2005. - Том 2, выпуск 5
9. *Дубровский В. И., Федорова В.Н.* Биомеханика: учебник для вузов. – М.: Изд-во ВЛАДОС-ПРЕСС, 2003. — 672 с.
10. *Холщевников В. В.* Людские потоки в зданиях, сооружениях и на территории их комплексов: дис. ... д-ра техн. наук / В. В. Холщевников. – М. : МИСИ, 1983.
11. *Парфененко А. П.* Нормирование требований пожарной безопасности к эвакуационным путям и выходам в зданиях детских дошкольных образовательных учреждений : дис. ... канд. техн. наук / А. П. Парфененко. – М. : Академия ГПС МЧС России, 2012. – 153 с.