

Том 13, 2016, № 1
Vol. 13, 2016, No. 1

ISSN: 1812-5220

Научно-практический журнал

Проблемы анализа риска

Scientific and Practical Journal

Issues of Risk Analysis

Главная тема номера:

Цена статистической жизни

Volume Headline:

The value of a statistical life



Официальное издание Экспертного совета МЧС России и Российского научного общества анализа риска
Official Edition of the Expert Council of EMERCOM of Russia and Russian Scientific Society for Risk Analysis

Том 13, 2016, № 1
Vol. 13, 2016, No.1

ISSN: 1812-5220

Научно-практический журнал

Проблемы анализа риска

Scientific and Practical Journal

Issues of Risk Analysis



Общероссийская общественная организация
«Российское научное общество анализа риска»



ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский
институт по проблемам гражданской обороны
и чрезвычайных ситуаций МЧС России» (ФЦ)



Финансовый издательский дом
«Деловой экспресс»

Редакционный совет:

Воробьев Юрий Леонидович (председатель),

кандидат политических наук, заместитель председателя Совета Федерации
Федерального собрания Российской Федерации, председатель Экспертного совета МЧС России

Акимов Валерий Александрович (заместитель председателя),

доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ,
начальник ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России» (ФЦ),
заместитель председателя Экспертного совета МЧС России

Солодучина Лариса Владимировна,

управляющий Акционерным обществом «Финансовый издательский дом «Деловой экспресс»

Фалеев Михаил Иванович,

кандидат политических наук, начальник ФКУ «Центр стратегических исследований
гражданской защиты МЧС России»,
президент Российского научного общества анализа риска

Редакционная коллегия:

Быков Андрей Александрович (Главный редактор),

доктор физико-математических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ,
вице-президент Российского научного общества анализа риска

Порфирьев Борис Николаевич (заместитель Главного редактора),

член-корреспондент РАН, заместитель директора по научной работе, заведующий лабораторией анализа
и прогнозирования природных и техногенных рисков экономики Института народнохозяйственного прогнозирования РАН

Аверченко Владимир Александрович,

кандидат экономических наук, профессор кафедры «Финансовая стратегия» Московской школы экономики
МГУ им. М.В. Ломоносова, председатель Совета директоров Инвестиционной Группы «Бизнес Центр»

Башкин Владимир Николаевич,

доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник Института физико-химических и биологических проблем
почвоведения РАН

Елохин Андрей Николаевич,

доктор технических наук, член-корреспондент РАЕН, начальник отдела страхования ОАО «ЛУКОЙЛ»

Живетин Владимир Борисович,

доктор физико-математических наук, профессор, ректор Института проблем риска

Кременюк Виктор Александрович,

доктор исторических наук, профессор, заместитель директора Института США и Канады РАН

Махутов Николай Андреевич,

член-корреспондент РАН, Председатель Рабочей группы при Президенте РАН по анализу риска
и проблем безопасности, главный научный сотрудник Института машиноведения им. А. А. Благонравова РАН

Мельников Александр Викторович,

доктор физико-математических наук, профессор, факультет математических
и статистических наук, Университет провинции Альберта, Эдмонтон, Канада

Ревич Борис Александрович,

доктор медицинских наук, руководитель лаборатории прогнозирования качества окружающей среды
и здоровья населения Института народнохозяйственного прогнозирования РАН

Сенчагов Вячеслав Константинович,

доктор экономических наук, профессор, вице-президент РАЕН,
директор Центра финансовых и банковских исследований Института экономики РАН

Соложенцев Евгений Дмитриевич,

доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующий лабораторией интегрированных систем
автоматизированного проектирования Института проблем машиноведения РАН

Сорогин Алексей Анатольевич,

кандидат технических наук, директор по специальным проектам
Акционерного общества «Финансовый издательский дом «Деловой экспресс»

Сорокин Дмитрий Евгеньевич,

член-корреспондент РАН, доктор экономических наук, профессор,
первый заместитель директора Института экономики РАН

Сосунов Игорь Владимирович,

кандидат технических наук, доцент, заместитель начальника ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России» (ФЦ)

Табаков Валерий Алексеевич,

кандидат экономических наук, Ph.D и DBA в области делового администрирования, член Совета директоров, председатель
правления Инвестиционной Группы «Бизнес Центр», Президент Группы компаний ИКТ

Интервью номера

- 4 Стоимость статистической жизни и цена риска
Интервью с главным редактором журнала А. А. Быковым

Цена риска

- 12 Стоимостная оценка социального ущерба, вызванного аварией, и безопасность сооружений
И. Н. Иващенко, НИИ энергетических сооружений, г. Москва
К. И. Иващенко, НТЦ «Гидротехбезопасность», г. Москва

Риски чрезвычайных ситуаций

- 24 Анализ действующей методики оценки эффективности государственной программы «Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечение пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах» и предложения по ее корректировке
В. В. Артюхин, ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), г. Москва
- 32 Применение современных технологий при реагировании на чрезвычайные ситуации
Д. В. Кулешов, Центральный региональный центр МЧС России, г. Москва
- 36 О роли сервисов социальных сетей для поддержки принятия решений в чрезвычайных ситуациях
К. Р. Еникеева, А. Х. Абдуллин, О. И. Христовуло, Уфимский государственный авиационный технический университет
Ю. И. Исаева (Юсупова), Уфимский государственный нефтяной технический университет

Моделирование риска

- 46 Результаты системно-динамического моделирования процесса информирования населения при химической аварии
Р. А. Дурнев, А. С. Котосорова, Р. Л. Галиуллина, ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), г. Москва
- 52 Снижение пожарного риска в зданиях с массовым пребыванием людей
В. М. Колодкин, Б. В. Чирков, ФГБОУ ВПО «Удмуртский государственный университет», г. Ижевск
- 60 Применение логических деревьев событий при обосновании безопасности опасных производственных объектов
Р. Е. Васильков, ЗАО «Центр аварийно-спасательных формирований», г. Новомосковск
Н. М. Кочетов, Новомосковский институт повышения квалификации
- 70 Интегральная оценка бюджетных рисков
В. В. Гамукин, Тюменский государственный университет, Национальный исследовательский Томский государственный университет
- 82 Выбор оптимальной стратегии уменьшения риска аварий и инцидентов на опасных производственных объектах с помощью нечеткого многокритериального анализа
С. В. Глухов, А. В. Глухов, ООО «ВолгоУралНИПИгаз», г. Оренбург

Чтобы помнили

- 86 Применение геоинформационных технологий мониторинга для оценки опасностей и рисков
Г. М. Нигметов, К. В. Корнеев, ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), г. Москва
- 92 Аннотации статей на английском языке
- 94 Инструкция для авторов

УДК 004.81

ISSN 1812-5220
© Проблемы анализа риска, 2016

Результаты системно-динамического моделирования процесса информирования населения при химической аварии

Р.А. Дурнев,
А.С. Котосонова,
Р.Л. Галиуллина,
ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ),
г. Москва

Аннотация

В предыдущей статье приведена системно-динамическая модель информирования населения при аварии на химически опасном объекте с помощью сервисов сотовой связи. В настоящей статье приведены результаты моделирования действий людей в указанных условиях, позволяющие определить рациональную частоту рассылки сообщений и оценить вклад информирования в реализацию защитных мероприятий. Данные результаты положены в основу рекомендаций по информированию населения в условиях чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: системно-динамическая модель, авария, химически опасный объект, информирование населения, сообщение, защитные действия, моделирование, машинный эксперимент.

Содержание

Введение

1. Моделирование зависимости потерь населения от скорости распространения АХОВ
2. Моделирование зависимости потерь населения от вероятности правильных действий людей
3. Моделирование зависимости потерь населения от темпа его оповещения

Заключение

Литература

Введение

В предыдущей статье [1] описана системно-динамическая (поток-уровневая) модель процесса действий населения в зоне заражения аварийно химически опасными веществами (АХОВ) при аварии на химически опасном объекте (ХОО). Предполагалось, что ее применение в различных программных средах позволит определить рациональную частоту рассылки сообщений, реализуемых с помощью различных сервисов сотовой связи, оценить отдельные психофизиологические и психосемантические аспекты обработки человеком предупреждающей информации — закономерности ее понимания, усвоения, реализации последующих действий, определить общий вклад в реализацию правильных защитных мер.

Скриншот схемы данной модели, представленной в программной среде Anylogic 7.1.2, показан на рис. 1.

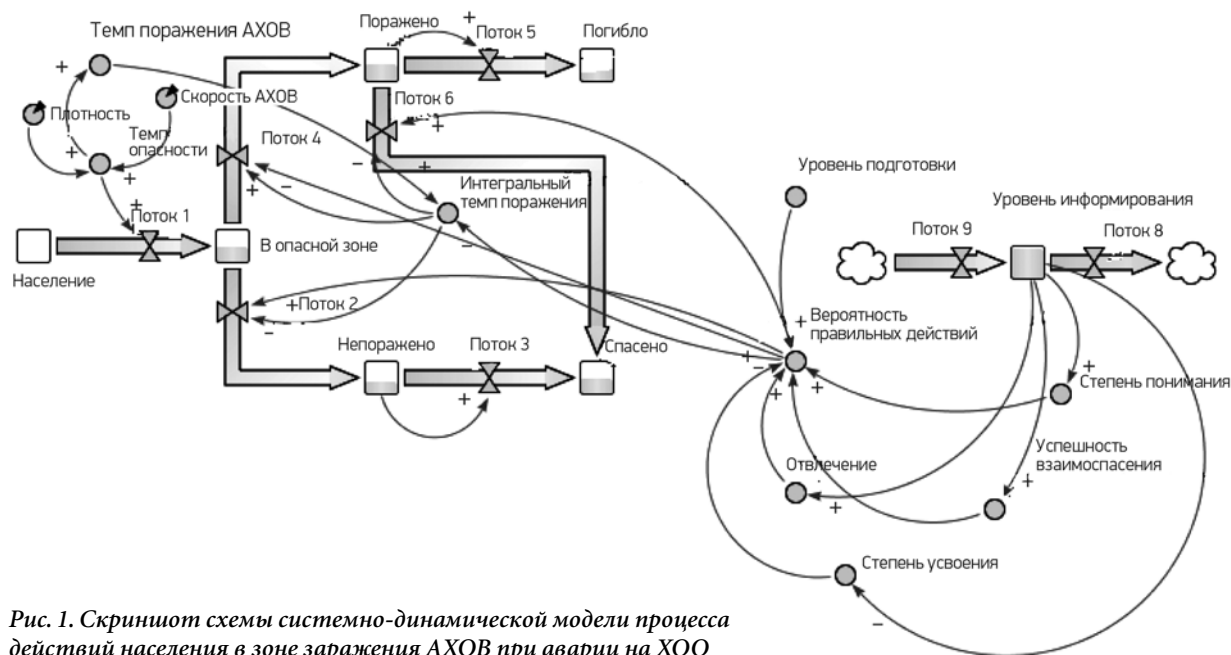


Рис. 1. Скриншот схемы системно-динамической модели процесса действий населения в зоне заражения АХОВ при аварии на ХОО

1. Моделирование зависимости потерь населения от скорости распространения АХОВ

Вначале проводились машинные (на ПЭВМ) эксперименты, в которых моделировались потоки погибших и спасенных людей при воздействии на них АХОВ без учета уровня их информированности (без правой части схемы на рис. 1). Из графика на рис. 2 видно, что зависимость количества погибших и спасенных человек от площадной скорости распространения АХОВ ($V_{с\text{АХОВ}}$) имеет линейный характер. Количество спасенных человек значительно превышает количество погибших по причине незначительных концентраций указанных веществ и скорости их распространения.

2. Моделирование зависимости потерь населения от вероятности правильных действий людей

В последующих машинных экспериментах моделировались потоки людей при воздействии на них АХОВ уже с учетом уровня информированности. Для этого вначале оценивалась зависимость количества погибших и спасенных людей от таких составляющих переменной «вероятность правильных действий», как «вероятность правильного понима-

ния информации» ($P_{\text{пон}}$), «вероятность отвлечения на понимание и усвоение информации» ($P_{\text{отвл}}$), «вероятность усвоения информации» ($P_{\text{усв}}$) и «вероятность успешной само- или взаимопомощи после информирования» ($P_{\text{спас}}$) (см. [1]). При этом потоки сообщений, влияющие на данные вероятности в соответствии с формулами и графиками, приведенными в статье [1], на данном этапе не реализовывались.

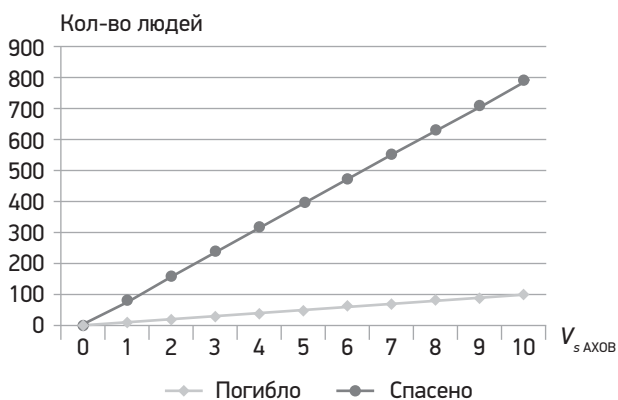


Рис. 2. Зависимость количества погибших и спасенных людей от площадной скорости распространения АХОВ

Для оценки указанных зависимостей в разных сериях машинных экспериментов значения одной из указанных составляющих изменялись от 0 до 0,8 с шагом 0,1. Одновременно с этим другие составляющие переменной «вероятность правильных действий», а также все остальные входные переменные модели (площадная скорость распространения АХОВ, время его действия и т. п.) фиксировались на определенном уровне, т. е. учитывались в качестве констант. Полученные графики зависимости количества погибших и спасенных людей от различных составляющих вспомогательной переменной «вероятность правильных действий» представлены на рис. 3.

Из рис. 3 видно, что указанные зависимости являются однотипными — монотонными, нелинейными (экспоненциальными). При этом количество спасенных возрастает, а погибших уменьшается при росте $P_{\text{пон}}$, $P_{\text{усв}}$, $P_{\text{спас}}$ и уменьшении $P_{\text{отвл}}$. Определенное различие указанных зависимостей заключается в скорости возрастания либо убывания количества погибших и спасенных людей. Так, например, для

значений аргумента (вероятности), равных 0,8, значения функции примерно равны:

800 спасенных и 100 погибших для $P_{\text{пон}}$;
700 погибших и 200 спасенных для $P_{\text{отвл}}$;
850 спасенных и 50 погибших для $P_{\text{усв}}$;
750 спасенных и 150 погибших для $P_{\text{спас}}$.

В этой связи можно заключить, что на переменную «вероятность правильных действий» большее влияние оказывает «вероятность усвоения информации» и «вероятность правильного понимания информации» и меньшее — «вероятность успешной само- или взаимопомощи после информирования» и «вероятности отвлечения на понимание и усвоение информации».

3. Моделирование зависимости потерь населения от темпа его оповещения

Следующие машинные эксперименты проводились для оценки зависимости количества погибших и спасенных людей от среднего темпа оповещения

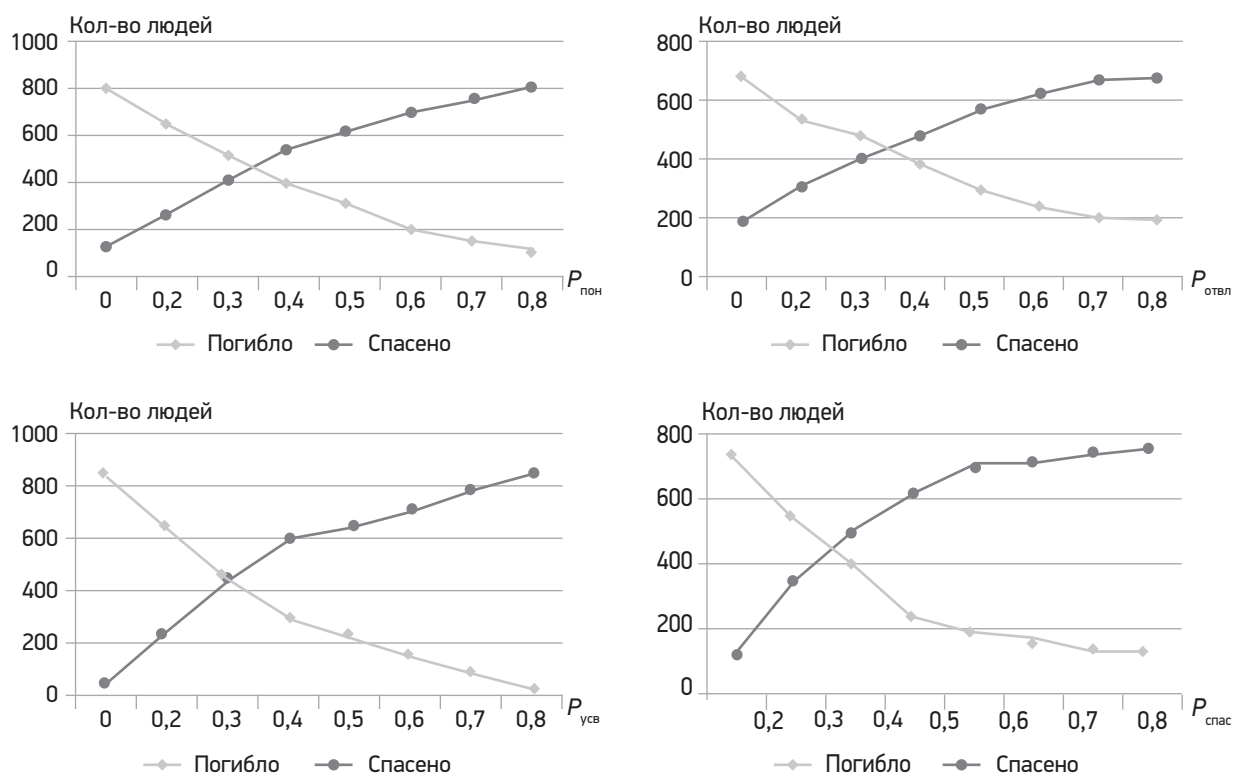


Рис. 3. Зависимость количества погибших и спасенных людей от составляющих переменной «вероятность правильных действий»

населения с помощью текстовых сообщений (τ , количество сообщений в единицу времени, ед./ч).

Для оценки указанных зависимостей в разных сериях машинных экспериментов значения одной из рассматриваемых составляющих ($P_{\text{пон}}$, $P_{\text{отвл}}$, $P_{\text{усв}}$ или $P_{\text{спас}}$) изменялись в соответствии с потоком сообщений, показанным в правой части схемы на рис. 1. Одновременно с этим другие составляющие переменной «вероятность правильных действий» фиксировались на определенном уровне.

Характер большинства вышеприведенных зависимостей показывает (рис. 4), что есть рациональное число сообщений в единицу времени, до которого количество погибших снижается и после него растет, а количество спасенных растет и потом снижается. Это связано с тем, что при получении дополнительных сообщений увеличивается количество информации, объясняющей порядок действий при аварии на ХОО, и вероятность правильных дей-

ствий людей растет. В то же время при превышении рационального числа сообщений в единицу времени количество спасенных убывает (количество погибших увеличивается) в связи с тем, что люди получают избыточную информацию, теряются, возникает информационный шум, который мешает принимать правильные и быстрые решения.

Исключением является график «вероятности отвлечения на понимание и усвоение информации». Его интерпретация может быть связана с тем, что чем больше сообщений человек получает, тем больше тратит времени на выполнение защитных мероприятий. При этом в условиях дефицита времени при воздействии поражающих факторов в зоне заражения АХОВ увеличивается количество погибших и уменьшается количество спасенных людей.

В следующей серии машинных экспериментов оценивалась зависимость количества спасенных людей от темпа сообщений. Для этого учитывались

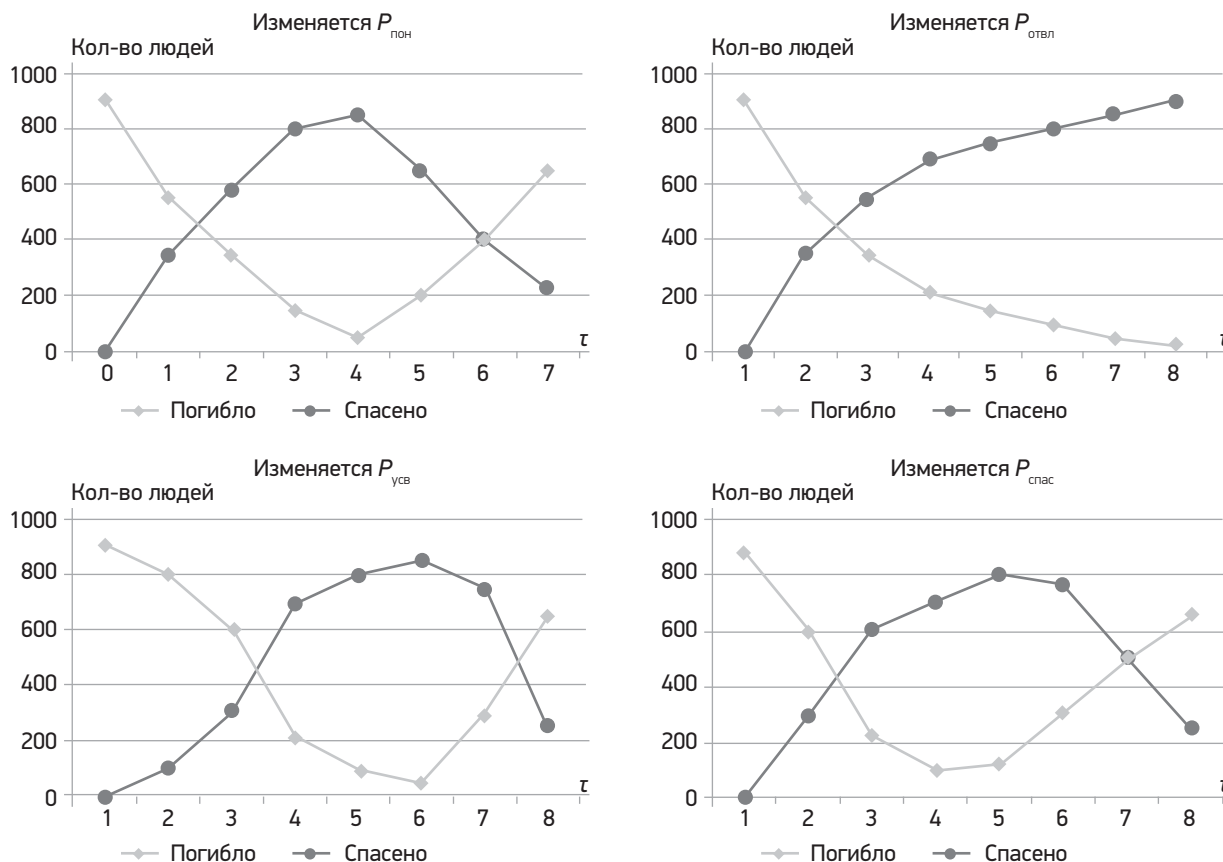


Рис. 4. Зависимость количества погибших и спасенных людей от количества сообщений в единицу времени



Рис. 5. Зависимость количества спасенных людей от темпа сообщений

все входные переменные модели, а также вышерассмотренные составляющие переменной «вероятность безопасных действий» ($P_{\text{пон}}$, $P_{\text{отвл}}$, $P_{\text{усв}}$ и $P_{\text{спас}}$), которые изменялись в зависимости от числа сообщений в единицу времени по формулам, приведенным в статье [1].

На (рис. 5) приведен график зависимости количества спасенных людей от темпа сообщений.

Из рис. 5 видно, что рациональное число сообщений в единицу времени для площадной скорости распространения АХОВ (соответствующей скорости ветра около 3 м/с) составляет 4 (ед./ч). Для того чтобы установить рациональное число текстовых сообщений в час при различных параметрах развития аварии на ХОО, зависящих в связи с особенностями модели в основном от скорости ветра, проводилась очередная серия машинных экспериментов.

Из графика на рис. 6, построенного по их результатам, видно, что если площадная скорость распространения АХОВ незначительная (при скорости ветра около 2 м/с), то рациональным числом является 6—8 сообщений за час.

Это связано с тем, что облако зараженного воздуха распространяется достаточно медленно и люди в спокойной обстановке успевают прочесть и усвоить сообщения. При этом скорость изменения параметров обстановки незначительная, поэтому содержание сообщений, отправленных в разное время, не противоречит друг другу.

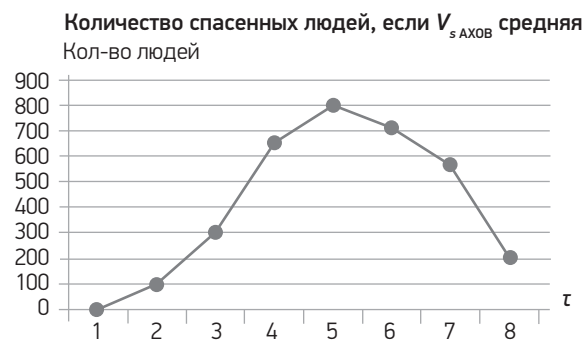
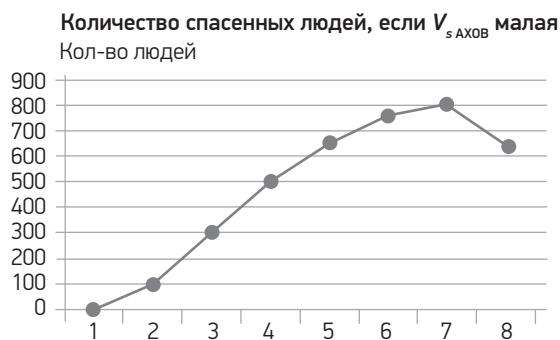


Рис. 6. Зависимость количества спасенных людей от темпа сообщений с учетом площадной скорости распространения АХОВ

При увеличении $V_{s\text{ АХОВ}}$ (соответствующая скорость ветра около 4 м/с) рациональное число сообщений уменьшается и становится равным 4—6 сообщениям в час. И, наконец, при значительной площадной скорости распространения АХОВ (при скорости ветра около 6 м/с), когда поражающие факторы действуют быстро, рациональным числом сообщений может быть 1—2 сообщения в час. С помощью данных сообщений должны доводиться до населения только самые необходимые, первоочередные действия, связанные, например, с эвакуацией в сторону, перпендикулярную направлению движения облака зараженного воздуха, а также укрытием в подвальных помещениях или на верхних этажах зданий в зависимости от плотности АХОВ.

С учетом сказанного в работе [2] даны рекомендации по содержанию и частоте доведения сообщений до населения.

Заключение

Таким образом, приведены результаты машинных экспериментов с системно-динамической моделью процесса действий населения в зоне заражения АХОВ при аварии на ХОО с учетом уровня информированности людей. Данные результаты позволили оценить влияние закономерностей понимания и усвоения предупреждающей информации на реализацию правильных защитных мер, а также установить рациональную частоту рассылки сообщений, реализуемых с помощью различных сервисов сотовой связи. Это, в свою очередь, являлось основой для разработки рекомендаций по структуре и содержанию текстовых сообщений, содержащих информацию о характере чрезвычайной ситуации, прогнозе ее развития, первоочередных (до прибытия спасательных служб) мерах само- и взаимопомощи населения в условиях опасности.

Литература

1. Дурнев Р.А., Котосорова А.С., Галиуллина Р.Л. Системно-динамическая модель информирования населения при аварии на химически опасном объекте // Проблемы анализа риска. 2015. Т. 12. № 2.
2. Галиуллина Р.Л. Разработка методических рекомендаций по информированию населения в условиях аварии на химически опасном объекте на базе системно-ди-

намического моделирования: Выпускная квалификационная работа. М.: МАТИ-РГТУ им. К.Э. Циолковского, 2015. 55 с.

Сведения об авторах

Дурнев Роман Александрович: доктор технических наук, доцент, заместитель начальника института Федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (федеральный центр науки и высоких технологий)»

Количество публикаций: 311

Область научных интересов: поддержка принятия решений в области безопасности жизнедеятельности

Контактная информация:

Адрес: 121352, Москва, ул. Давыдовская, д. 7

Тел.: +7 (499) 233-25-62

E-mail: rdunev@rambler.ru

Котосорова Алена Сергеевна: младший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (федеральный центр науки и высоких технологий)»

Количество публикаций: 25

Область научных интересов: поддержка принятия решений в области безопасности жизнедеятельности

Контактная информация:

Адрес: 121352, Москва, ул. Давыдовская, д. 7

Тел.: +7 (499) 445-45-07

E-mail: kot_alenka@mail.ru

Галиуллина Рената Линаровна: лаборант-исследователь Федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (федеральный центр науки и высоких технологий)»

Количество публикаций: 9

Область научных интересов: поддержка принятия решений в области безопасности жизнедеятельности

Контактная информация:

Адрес: 121352, Москва, ул. Давыдовская, д. 7

Тел.: +7 (499) 445-12-13

E-mail: galiullinarenata@mail.ru

КРУПНЕЙШАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ВЫСТАВКА ПО БЕЗОПАСНОСТИ

17 - 20 мая

Москва, ВДНХ, павильон №75



международный салон



КОМПЛЕКСНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ 2016



Тематические разделы

 **Пожарная
безопасность**

 **Техника
охраны**

 **Безопасность
границы**

 **Медицина
катастроф**

 **Защита
и оборона**

 **Средства
спасения**

 **Экологическая
безопасность**

 **Промышленная
безопасность**

 **Информационные
технологии**

 **Комплексная безопасность
на транспорте**

 **Ядерная радиационная и
химическая безопасность**

 **Авиационно-спасательные
технологии гражданской обороны**

 **Безопасность
на водных объектах**

 **Технологии дистанционного
зондирования земли**

 **Материально-техническое
обеспечение силовых структур**