

Результаты моделирования процесса информирования населения при химической аварии

Р.А. Дурнев, А.С. Котосонова, Р.Л. Галиуллина

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.

В предыдущей статье [1] описана системно-динамическая (потоко-уровневая) модель процесса действий населения в зоне заражения аварийно химически опасными веществами (АХОВ) при аварии на химически опасном объекте (ХОО). Предполагалось, что её 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 её 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).

В начале 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 ($V_{s \text{ ахов}}$) имеет линейный характер. Количество спасенных человек значительно превышает количество погибших по причине незначительных концентрации указанных веществ и скорости их распространения.

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 понимания 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

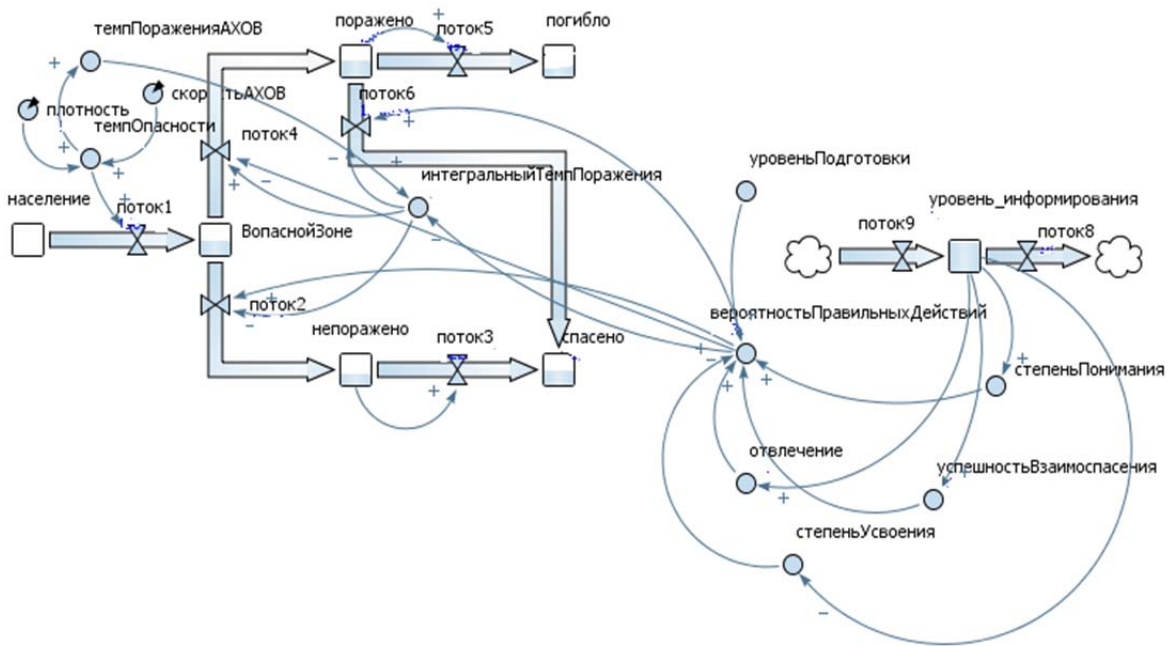


Рис. 1. Скриншот схемы системно-динамической модели процесса действий населения в зоне заражения АХОВ при аварии на ХОО

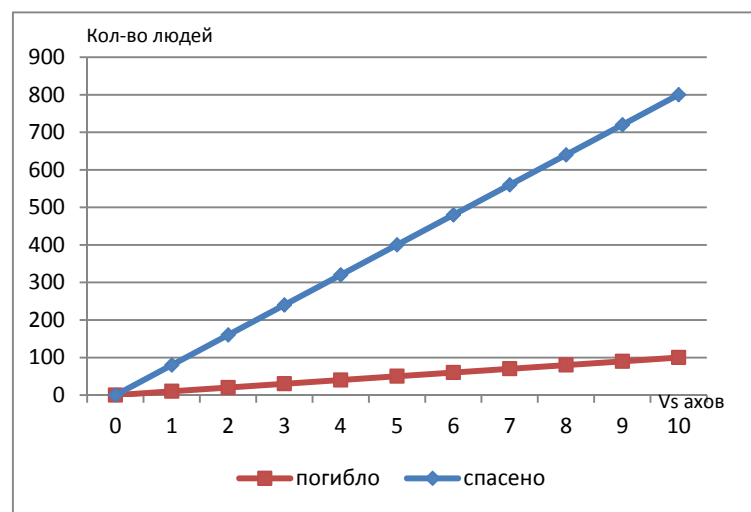


Рис. 2. Зависимость количества погибших и спасённых людей от площадной скорости распространения АХОВ

информирования» ($P_{снас}$) [1]. При этом потоки сообщений, влияющие на данные вероятности в соответствии с формулами и графиками, приведенными в статье [1], на данном этапе не реализовывались.

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 зависимостей количества погибших и спасенных людей от различных составляющих вспомогательной пе-

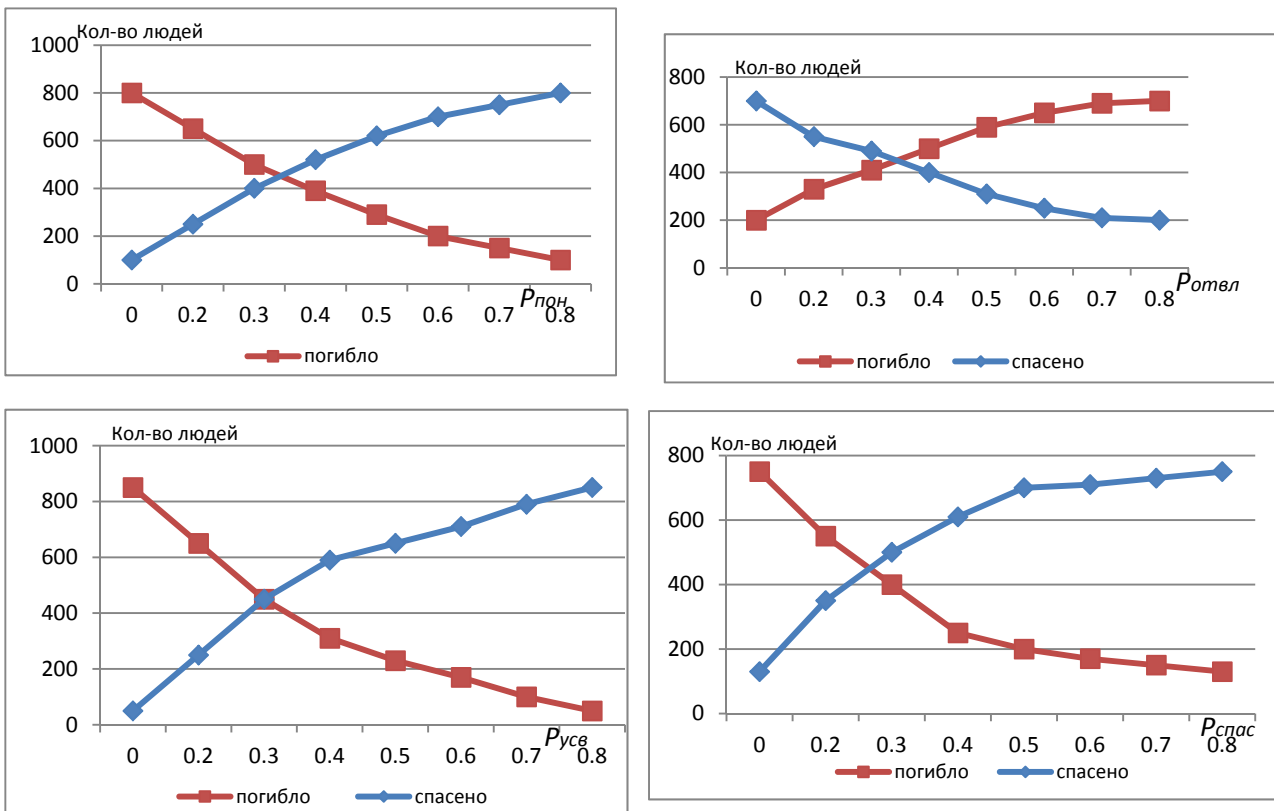


Рис. 3. Зависимостей количества погибших и спасённых людей от составляющих переменной «вероятность правильных действий»

ременной «вероятность правильных действий» представлены на (Рис. 3).

Из Рис. 3 видно, что указанные зависимости являются односторонними - монотонными, нелинейными (экспоненциальными). При этом количество спасённых возрастает, а погибших уменьшается при росте $P_{пон}$, $P_{усв}$, $P_{спас}$ и уменьшении $P_{отвл}$. Определённое различие указанных зависимостей заключается в скорости возрастания либо убывания количества погибших и спасённых людей. Так, например, для значений аргумента (вероятности), равных 0,8, значения функции примерно равны:

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

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 по-

сле информирования» и «вероятности отвлечения на понимание и усвоение информации».

Следующие машинные эксперименты проводились для оценки зависимости количества погибших и спасённых людей от среднего темпа оповещения населения с помощью текстовых сообщений (τ , количество сообщений в единицу времени, ед/час).

Для оценки указанных зависимостей в разных сериях машинных экспериментов значения одной из рассматриваемых составляющих ($P_{пон}$, $P_{отвл}$, $P_{усв}$ или $P_{спас}$) 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 определённом уровне.

Характер большинства вышеприведённых зависимостей показывает (Рис. 4), что есть рациональное число сообщений в единицу времени, до которого количество погибших снижается и после него растёт, а количество спасённых растёт и потом снижается. Это связано с тем, что при по-

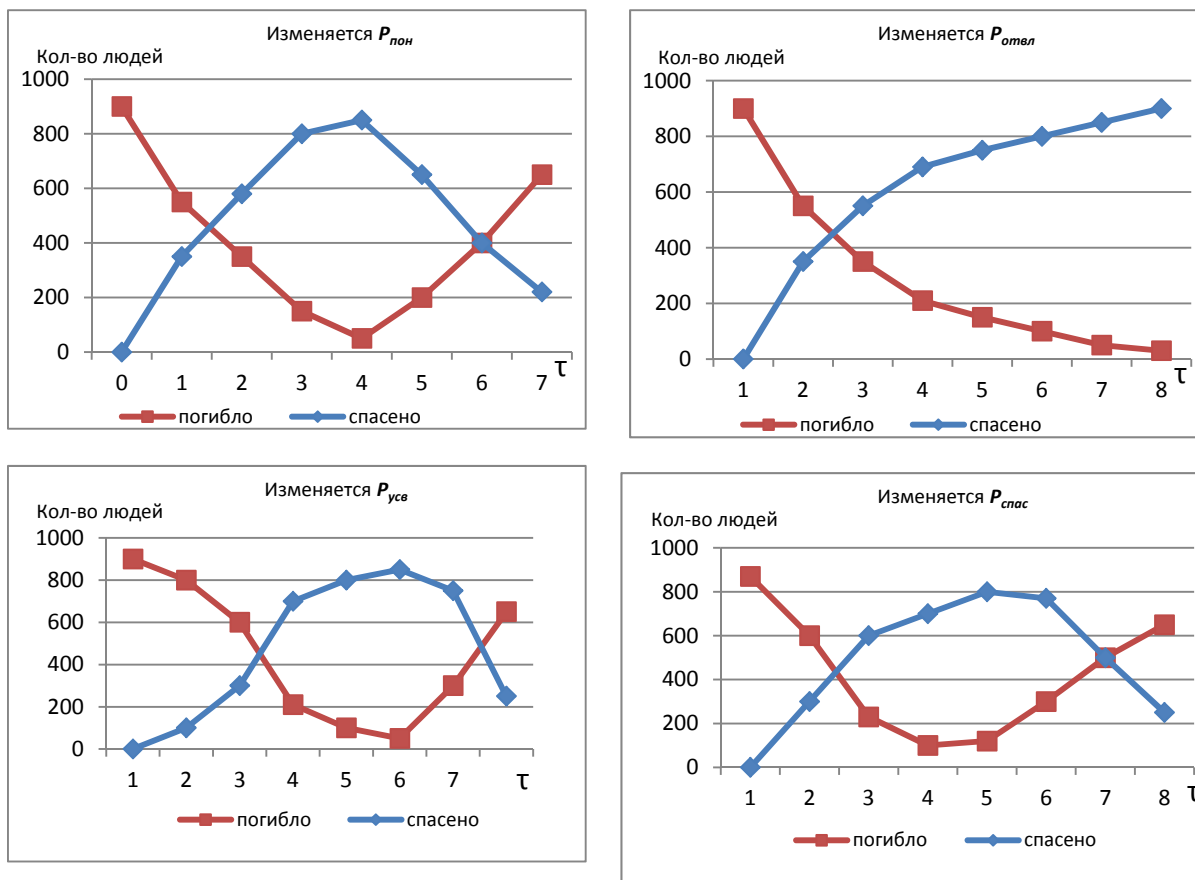


Рис. 4. Зависимости количества погибших и спасённых людей от количества сообщений в единицу времени

лучении дополнительных сообщений увеличивается количество информации, объясняющей порядок действий при аварии на ХОО, и вероятность правильных действий людей растет. В то же время при превышении рационального числа сообщений в единицу времени количество спасённых 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 спасённых людей.

В следующей серии машинных экспериментов оценивалась зависимость количества спасённых людей от темпа сообщений. Для этого учитывались все входные переменные модели, а также рассмотренные выше составляющие переменной «вероятность безопасных действий» ($P_{пон}$, $P_{отвл}$, $P_{усв}$ и $P_{спас}$), которые изменялись в зависимости от числа сообщений в единицу времени по формулам, приведенным в статье [1].

На Рис. 5 приведен график зависимости количества спасённых 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.

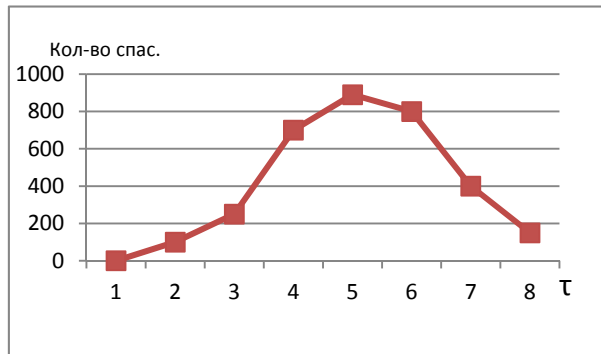


Рис. 5. Зависимость количества спасённых людей от темпа сообщений

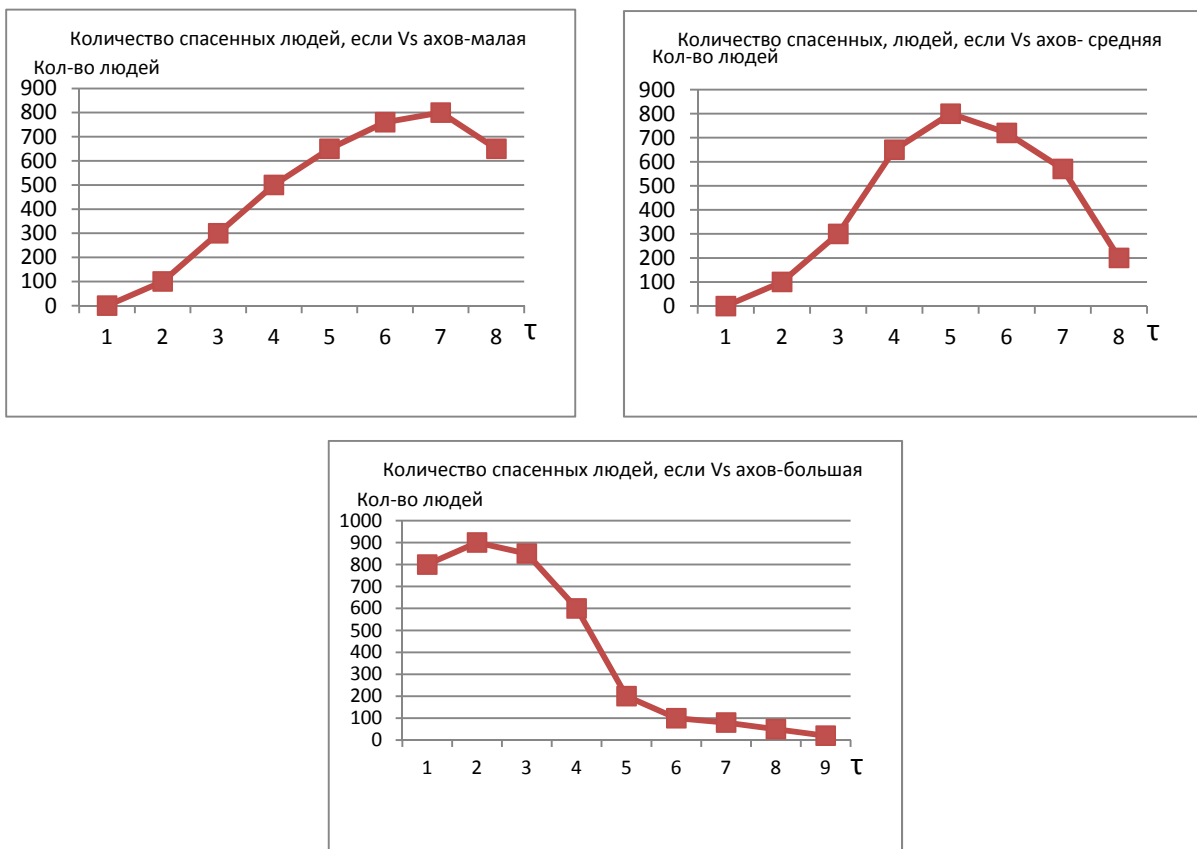


Рис. 6. Зависимость количества спасённых людей от темпа сообщений с учётом площадной скорости распространения АХОВ

Из графика на Рис. 6, построенного по их результатам, видно, что если площадная скорость распространения АХОВ незначительна (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 про-

читать и усвоить сообщения. При этом скорость изменения параметров обстановки незначительная, поэтому сообщения, отправленные в разное время, не противоречат друг другу.

При увеличении $V_{s \text{ ахов}}$ (соответствующая скорость ветра около 4 м/с) рациональное число сообщений уменьшается и становится равным 4-6 сообщений 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.

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 пра-

вильных 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 её развития, первоочередных (до прибытия спасательных служб) мерах само- и взаимопомощи населения в условиях опасности.

Литература

1. Дурнев Р.А., Котоснова А.С., Галиуллина Р.Л. Системно-динамическая модель информирования населения при аварии на химически-опасном объекте. Журнал «Информационные технологии и вычислительные системы», №1 2016. С.3-11.
2. Галиуллина Р.Л. Разработка методических рекомендаций по информированию населения в условиях аварии на химически опасном объекте на базе системно-динамического моделирования: Выпускная квалификационная работа – М., МАТИ-РГТУ им. К.Э. Циолковского, 2015. – 55 с.

Дурнев Роман Александрович. Заместитель начальника института Федеральное государственное бюджетное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)). Окончил Московское высшее командное училище дорожных и инженерных войск в 1990 году. Доктор технических наук, доцент. Автор 318 печатных работ, из них 19 монографий. Область научных интересов: поддержка принятия решений в области безопасности жизнедеятельности. E-mail: rdurnev@rambler.ru

Котоснова Алёна Сергеевна. Младший научный сотрудник ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ). Окончила МАТИ-РГТУ «Российский государственный технологический университет им. К.Э. Циолковского» в 2013 году. Автор 24 печатных работ. Область научных интересов: поддержка принятия решений в области безопасности жизнедеятельности. E-mail: kot_alenka@mail.ru

Галиуллина Рената Линаровна. Младший научный сотрудник ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ). Окончила МАТИ-РГТУ «Российский государственный технологический университет им. К.Э. Циолковского» в 2015 году. Автор 12 печатных работ. Область научных интересов: анализ рисков. E-mail: galiullinarenata@mail.ru