

ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ НАУЧНОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ (ВИНИТИ)

ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ И ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Научный информационный сборник

Издается с 1990 г.

№ 4

Москва 2014

Сборник включен в Перечень ведущих научных изданий ВАК Минобрнауки РФ, публикующих статьи по материалам выполняемых научных исследований, в т.ч. на соискание ученой степени кандидатов и докторов наук.

Полнотекстовую электронную версию с отставанием на один год можно посмотреть на сайте ВИНТИ РАН <http://www.viniti.ru>

Библиографии, аннотации и ключевые слова на русском и английском языках размещены на сайте Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU

СОДЕРЖАНИЕ

Научно-теоретические и инженерно-технические разработки

<i>Дурнев Р.А., Жданенко И.В.</i> Развитие подхода к оценке трудоемкости НИОКР: примеры применения методики.....	3
<i>Москвичев В.В., Потапов В.П., Попов С.Е., Замараев Р.Ю., Егоров А.С.</i> Расчет интенсивности и оценки последствий землетрясений на основе интегрального геопортала.....	15
<i>Дурнев Р.А., Колеганов С.В.</i> Комплексная оценка уровня безопасности объектов транспортной инфраструктуры: постановка задачи и замысел решения	25
<i>Ястребова А.А.</i> Совершенствование энергоэффективных решений для предотвращения возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера в электроэнергетике.....	33
<i>Минаев В.А. Прус Ю.В., Попов А.Н., Фаддеев А.О., Павлова С.А., Абрамова А.В.</i> Оценка безопасности и моделирование устойчивости геологических структур	40
<i>Ульянов В.А.</i> Контроль аттестации персонала на опасных объектах	50
<i>Петров М.Н., Акишев М.С.</i> Планирование и оптимизация геометрии размещения панелей радиотелескопа.....	56
<i>Лукьянович А.В., Дурнев Р.А., Котосорова А.С.</i> Оповещение населения с использованием текстовых сообщений: методический подход к обоснованию рациональных параметров	64
<i>Потапов В.П., Гиниятуллина О.Л., Миков Л.С.</i> Оценка деформаций земной поверхности угледобывающего региона методами радиолокационной съемки	71
<i>Лукьянович А.В., Алымов А.В., Пашков А.А.</i> Оценка качества создания СЗИОНТ: проблема и её решение.....	79
<i>Плотников Н.И.</i> Проблемы идентификации предмета безопасности авиации	86

Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций

<i>Болотова Л.С., Сорокин А.Б.</i> Эволюционная модель выбора оптимальных решений для противодействия развитию инфекционных заболеваний.....	91
<i>Колеганов С.В., Федосеева О.С., Дронов Д.Н.</i> О некоторых проблемных вопросах развития добровольной пожарной охраны	110

Подготовка и переподготовка кадров

<i>Кучеренко С.В., Пантелеев В.А., Перовощиков В.Я., Припачкин Д.А., Сегаль М.Д., Омельченко М.В., Норсеева М.Е., Тимошенко З.В.</i> Дистанционное обучение специалистов МЧС России для повышения квалификации в области радиационной безопасности и реагирования на чрезвычайные ситуации с радиационным фактором	114
--	-----

Contents

<i>Durnev R.A., Zhdanenko I.V.</i> Development of approach to the assessment of labour input of r&d projects: examples of application of the technique.....	3
<i>Moskvichev V.V., Potapov V.P., Popov S.E., Zamaraev R.Yu., Yegorov A.S.</i> Intensity calculation and evaluation of the effects of earthquakes on the basis of an integrated geoportal	15
<i>Durnev R.A., Koleganov S.V.</i> Complex estimation of level of safety of objects of transport infrastructure: the problem statement and his plan.....	25
<i>Yastrebova A.A.</i> Improving energy efficiency solutions for prevention of emergency situations of technogenic character in the power industry	33
<i>Minaev V.A., Prus Y.V., Faddeev A.O., Popov A.N., Abramova A.V., Pavlova S.A.</i> Safety assessment and modeling of geological structures geodynamic stability	40
<i>Ulyanov V.A.</i> Monitoring of the personnel certification on dangerous objects	50
<i>Petrov M.N., Akishev M.S.</i> Planning and optimization of geometry of placement of panels of the radio telescope.....	56
<i>Lukyanovich A.V., Durnev R.A., Kotosonova A.S.</i> The population notification with use text messages: methodical approach to justification of rational parameters.....	64
<i>Potapov V.P., Giniyatullina O.L., Mikov L.S.</i> Estimation of surface deformations by using radar imagery methods in coal mining region	71
<i>Lukyanovich A.V., Alymov A.V., Pashkov A.A.</i> Quality assessment of creating SZINT: the problem and its solution.....	79
<i>Plotnikov N.I.</i> The problem of identifying the subject of aviation security.....	86
<i>Bolotova L.S., Sorokin A.B.</i> The evolutionary model of choice of optimal solutions to counter the development of infectious diseases.....	91
<i>Koleganov S.V., Fedoseeva O.S., D.N. Dronov D.N.</i> On some problems of development of the voluntary fire brigade.....	110
<i>Kucherenko S.V., Panteleev V.A., Perevoshchikov V.Ya., Pripachkin D.A., Segal M.D., Omelchenko M.V., Norseeva M.E., Timoshenko Z.V.</i> Distance learning of Russian Emercom specialists for professional growth in the field of radiation safety and emergency response with a radiation factor	114

Научный редактор – заслуженный деятель науки и техники РФ, академик РАТ,
доктор технических наук, профессор Резер С.М.

Выпускающий редактор: Тимошенко З.В.

Адрес редакции: ВИНТИ: 125190, Россия, г. Москва, ул. Усиевича, 20.

Тел.: (499) 155-44-26

Факс: (495) 943-00-60, E-mail: tranbez@viniti.ru

Адрес сайта: www2.viniti.ru

Отдел подписки: Тел: (499) 155-45-25

УДК 331.103.3

РАЗВИТИЕ ПОДХОДА К ОЦЕНКЕ ТРУДОЕМКОСТИ НИОКР: ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДИКИ

Доктор техн. наук *Р.А. Дурнев, И.В. Жданенко*

ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

В заключительной статье этой серии приведены примеры оценки трудоемкости, стоимости, времени выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, а также требуемого количества исполнителей.

Ключевые слова: научные результаты, научно-техническая продукция, этапы работ, коэффициенты увеличения трудоёмкости работ, трудоёмкость, стоимость, время выполнения, исполнители.

DEVELOPMENT OF APPROACH TO THE ASSESSMENT OF LABOUR INPUT OF R&D PROJETS: EXAMPLES OF APPLICATION OF THE TECHNIQUE

Dr. (Tech.) *R.A. Durnev, I.V. Zhdanenko*

FC VNII GOCHS EMERCOM OF RUSSIA

In final article of these series examples of an assessment of labor input, cost, time of performance of scientific researches, and also demanded number of performers are given.

Key words: scientific results, scientific and technical products, stages of works, coefficients of increase in labor input of works, labor input, cost, performance time, performers.

В настоящей статье раскрыт порядок применения методики оценки трудоемкости и стоимости научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) на примере реальных НИОКР. Названия работ и выходных научных результатов (НР) изменены в такой степени, чтобы не менялся их содержательный смысл с точки зрения трудоемкости и стоимости.

Примеры 1-3 посвящены оценке трудоёмкости и стоимости НИОКР, 4 и 5 – определению требуемого количества исполнителей работ, 6 – установлению времени выполнения НИОКР с учетом профессионального уровня и должностной занятости исполнителей, и пример 7 – оценке возможностей научно-исследовательского учреждения (НИУ) по выполнению государственного задания на научно-техническую деятельность (НТД).

Все необходимые исходные данные и алгоритм применения указанной методики приведен в предыдущей статье [1].

Пример 1.

Дано:

Тема НИОКР: Разработка проекта методики оценки трудоемкости и стоимости НИОКР.

Ожидаемые НР:

1. Результаты экспертной оценки трудоемкости выполнения НИОКР.
2. Проект примерных норм трудоемкости этапов НИОКР.
3. Проект временной методики оценки трудоемкости и стоимости НИОКР.

Средний размер оплаты труда научного работника за 2012 год – 36,1 тыс. руб. в месяц или 1,8 тыс. руб. в день (условное значение).

Объемы финансовых средств на материалы, спецоборудование для научных (экспериментальных) работ, прочие прямые расходы и затраты по работам, выполняемым сторонними организациями и предприятиями, равны нулю.

Найти:

Оценки трудоемкости и стоимости НИОКР.

Решение:

1. В соответствии с рис.1 определяем требования к ожидаемым НР. Анализ НР показывает, что они являются сильно зависимыми, и основным из них является третий - проект временной методики оценки трудоемкости и стоимости НИОКР.



Рис. 1 – Схема выбора варианта сочетаний требований к ожидаемому НР

Второй результат является составной частью третьего результата (без норм трудоемкости этапов невозможно оценить трудоемкость НИОКР в целом).

Первый результат является основой для получения второго, т.к. данные нормы определяются экспертным путем.

В этой связи вариант сочетаний требований к ожидаемым НР возможно определить только для третьего результата. У первого и второго они будут аналогичны.

В соответствии с предварительным анализом состояния вопроса выяснено, что в настоящее время не существует готовых разработок для решения данной проблемы применительно к области безопасности жизнедеятельности (БЖД). Кроме того, исходя из названий НР (проект...норм, проект...методики) ясно, что предстоит апробация этих результатов. Поэтому для вышеприведенной схемы (рис.1) на первом уровне из трех направлений выбирается направление № 2 – «принципиально новые организационные, технические и другие решения с их дальнейшей апробацией».

Для получения таких новых решений не требуется вносить существенные изменения в методы наукометрии, экономические теории нормирования труда, а нужно адаптировать их результаты применительно к настоящей социально-экономической ситуации (большинство аналогичных результатов было получено в советское время) и специфике БЖД. В этой связи выбирается поднаправление 2.2. – «доработать существующие методики, методы». В связи с вышесказанным данным НР соответствует пятый вариант сочетаний требований.

2. Требуемые этапы НИОКР для указанных НР представлены ниже:

Таблица 1

Требуемые этапы НИОКР для ожидаемых НР

НР	Этапы НИОКР																			
	Э1	Э2	Э3	Э4	Э5	Э6	Э7	Э8	Э9	Э10	Э11	Э12	Э13	Э14	Э15	Э16	Э17	Э18	Э19	Э20
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
3	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+

Примечание – обозначение этапов в соответствии с [1]

Из табл.1 видно, что для основного, 3-го НР, исключены этапы, связанные с разработкой нового научно-методического аппарата (НМА), специального программного обеспечения (СПО), проведения экспериментов, наблюдений и испытаний, а также оценки эффективности проекта методики. Для 1-го НР оставлены этапы проведения расчетов, планирования, проведения и обработки экспертных опросов. Для 1-го и 2-го НР также отмечены этапы, связанные со сдачей научно-технической продукции (НТП) заказчику.

3. Определение коэффициентов увеличения трудоемкости работ (КУТР) выполняется путем заполнения табл. 2. Соответствие этапов и КУТР, значения КУТР для 5-го варианта сочетаний требований к ожидаемым НР устанавливаются из статьи [1]. Итоговый КУТР определяется, как максимальное значение КУТР по НР, для которых предусмотрены рассматриваемые коэффициенты.

Таблица 2

КУТР для 5-го варианта сочетаний требований к ожидаемым НР

НР	Вариант	Этапы НИОКР											
		Э4	Э5	Э7	Э8	Э10	Э14	Э15	Э16	Э18	Э19	Э20	
		К ₁	К ₂	К ₄	К ₄	К ₅	К ₇	К ₇	К ₇	К ₉	К ₉	К ₉	
1	5	-	-	-	-	5,31	2,74	2,74	2,74	2,25	2,25	2,25	
2	5	-	-	-	-	-	-	-	-	2,25	2,25	2,25	
3	5	2,44	3,87	6,08	6,08	5,31	2,74	2,74	2,74	2,25	2,25	2,25	
max K		2,44	3,87	6,08	6,08	5,31	2,74	2,74	2,74	2,25	2,25	2,25	

Примечание: в связи с тем, что все ожидаемые НР отнесены к варианту 5, то значения КУТР для них одинаковы

4. Оценка трудоемкости этапов НИОКР осуществляется путём заполнения табл. 3. Во 2-ом столбце этой таблицы отмечаются примерные нормы продолжительности этапов НИОКР (см.[1]), в 3-ем - итоговые значения КУТР из табл. 2. Оценки трудоемкости этапов НИОКР вычисляются в соответствии с зависимостями, приведенными в [1].

Оценка трудоемкости этапов НИОКР

Обозначение этапа	Примерная норма продолжительности, дней	Итоговое значение КУТР, кол. раз. · чел	Оценка трудоёмкости этапа, чел.-дней
1	2	3	4
Э1	12,7	-	12,7
Э2	18,5	-	18,5
Э3	18,5	-	18,5
Э4	32,0	2,44	78,1
Э5	49,7	3,87	192,3
Э7	28,9	6,08	175,7
Э8	56,4	6,08	342,9
Э10	27,3	5,31	145,0
Э14	22,0	2,74	60,3
Э15	15,2	2,74	41,6
Э16	42,7	2,74	117,0
Э18	36,9	2,25	83,0
Э19	17,8	2,25	40,1
Э20	12,1	2,25	27,2

5. Трудоёмкость НИОКР определяется, как сумма значений последнего столбца табл.3 и равна 1352,9чел.-дней. (5,5 чел.-лет, или около 6 исполнителей на год, при условии 247 рабочих дней в календарном году).

6. Затраты на оплату труда работников, непосредственно занятых созданием НТП (фонда оплаты труда), равны: $1352,9 * 1,8 = 2\,435,2$ тыс. руб.

7. Объем финансовых средств на отчисления на социальные нужды равен: $0,302 * 2 * 435,2 = 735,4$ тыс. руб.

8. Объем финансовых средств на накладные (косвенные) расходы имеет следующее значение: $0,4794 * (2\,435,2 + 735,4) = 1\,520,0$ тыс. руб.

9. Объем финансовых средств на выполнение НИОКР равен: $1,298 * (2\,435,2 + 735,4 + 1\,520,0 + 0 + 0 + 0 + 0) = 6\,088$ тыс. руб.

Пример 2.

Дано:

Тема НИОКР: Разработка специального программного обеспечения (СПО) по расчету требуемого количества сил и средств для ликвидации чрезвычайных ситуаций (ЧС) на основе прогнозирования их последствий.

Ожидаемые НР:

1. Методика расчета потребного количества сил и средств, необходимых для ликвидации последствий химических аварий.

2. Методика расчета потребного количества сил и средств, необходимых для ликвидации ЧС, обусловленных разрушением зданий и сооружений.

3. СПО по расчету потребного количества сил и средств для ликвидации ЧС на основе прогнозирования их последствий.

4. Электронная презентация с фотоматериалами о результатах работы.

Средний размер оплаты труда научного работника за 2012 год – тот же.

Объемы финансовых средств на материалы, спецоборудование для научных (экспериментальных) работ, прочие прямые расходы и затраты по работам, выполняемым сторонними организациями и предприятиями, равны нулю.

Найти:

Оценки трудоемкости и стоимости НИОКР.

Решение:

1. В соответствии с рис.1 определяем требования к ожидаемым НР.

Анализ НР показывает, что только первые два результата являются относительно независимыми и собственно научными. Третий результат связан только с представлением первых двух в виде СПО. Четвертый результат научным не является, затраты труда по нему незначительны и поэтому он рассматриваться не будет.

Применительно к первым двум результатам можно сделать вывод о том, что основой любых методик расчета сил и средств должны быть соответствующие нормативы по ведению работ. Однако, последние нормативы по ведению спасательных и других неотложных аварийно-восстановительных работ были изданы 80-х года прошлого века и основывались на существовавшей в то время структуре соответствующих сил (механизированных полков гражданской обороны и т.п.) и технического оснащения.

Очевидно, что за прошедшее время радикально поменялась как структура сил, так и состав технического оснащения. В этой связи необходимо проводить натурные и машинные экспериментальные исследования по отработке данных нормативов. Кроме того, отдельные дифференцированные и укрупненные нормативы возможно оценить экспертным путем.

Поэтому в соответствии с рис.1 на первом уровне из трех направлений выбирается направление № 2 – «принципиально новые организационные, технические и другие решения с их дальнейшей апробацией».

Для получения таких новых решений требуется вносить существенные изменения в методики обоснования норм и нормативов, проводить масштабные экспериментальные исследования. В этой связи выбирается поднаправление 2.1. – «Разработать новые методики, методы, ...». В связи с вышесказанным первым двум НР соответствует четвертый вариант сочетаний требований к НР, а третьему НР – второй (т.к. эти методики в виде СПО нужно в ближайшее время внедрить в практику с приемлемой точностью).

2. Требуемые этапы НИОКР для указанных НР представлены ниже:

Таблица 4

Требуемые этапы НИОКР для ожидаемых НР

НР	Этапы НИОКР																			
	Э1	Э2	Э3	Э4	Э5	Э6	Э7	Э8	Э9	Э10	Э11	Э12	Э13	Э14	Э15	Э16	Э17	Э18	Э19	Э20
1	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
2	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+

Из табл.4 видно, что для 1 и 2-го НР включено большинство этапов, в том числе связанных с проведением натурных и машинных экспериментов, экспертных опросов. Исключение составили этапы Э5 (доработка существующего НМА), а также Э9, Э10 и Э20, которые выполняются в рамках 3-го НР.

3. Значения КУТР для 4-го и 2-го варианта сочетаний требований к ожидаемым НР определены из [1] и представлены в табл. 5. Итоговый КУТР определяется, как максимальное значение КУТР по НР, для которых предусмотрены рассматриваемые коэффициенты.

Таблица 5

Значения КУТР для 4-го и 2-го варианта сочетаний требований к ожидаемым НР

НР	Вариант	Этапы НИОКР								
		Э4	Э5	Э6	Э7	Э8	Э9	Э10	Э11	Э12
		K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₄	K ₅	K ₅	K ₆	K ₆
1	4	2,62	3,87	1,00	3,70	3,70	-	-	3,78	3,78
2	4	2,62	3,87	1,00	3,70	3,70	-	-	3,78	3,78
3	2	-	-	-	-	-	2,40	2,40	-	-
max K		2,62	3,87	1,00	3,70	3,70	2,40	2,40	3,78	3,78

Продолжение табл.5

НР	Вариант	Этапы НИОКР							
		Э13	Э14	Э15	Э16	Э17	Э18	Э19	Э20
		К ₆	К ₇	К ₇	К ₇	К ₈	К ₉	К ₉	К ₉
1	4	3,78	2,18	2,18	2,18	1,81	2,43	2,43	-
2	4	3,78	2,18	2,18	2,18	1,81	2,43	2,43	-
3	2	-	-	-	-	-	3,16	3,16	3,16
max К		3,78	2,18	2,18	2,18	1,81	3,16	3,16	3,16

4. Оценка трудоемкости этапов НИОКР осуществляется путём заполнения табл.6. Во 2-ом столбце этой таблицы отмечаются примерные нормы продолжительности этапов НИОКР, в 3-ем столбце - итоговые значения КУТР, отмеченные в табл.5, в последнем - оценки трудоемкости этапов НИОКР в соответствии с зависимостями, приведенными в [1].

Таблица 6

Оценка трудоемкости этапов НИОКР

Обозначение этапа	Примерная норма продолжительности, дней	Итоговое значение КУТР, кол. раз. · чел	Оценка трудоёмкости этапа, чел.-дней
1	2	3	4
Э1	31,5	-	31,5
Э2	35,4	-	35,4
Э3	48,2	-	48,2
Э4	65,9	2,62	172,7
Э5	85,1	3,87	329,3
Э6	206,7	1,00	206,7
Э7	71,3	3,70	263,8
Э8	141,4	3,70	523,2
Э9	220,0	2,40	528,0
Э10	75,2	2,40	180,5
Э11	90,4	3,78	341,7
Э12	77,6	3,78	293,3
Э13	206,8	3,78	781,7
Э14	57,1	2,18	124,5
Э15	75,6	2,18	164,8
Э16	71,6	2,18	156,1
Э17	59,4	1,81	107,5
Э18	79,4	3,16	250,9
Э19	37,4	3,16	118,2
Э20	44,3	3,16	140,0

5. Трудоёмкость НИОКР определяется, как сумма значений последнего столбца предыдущей таблицы и равна 4798,0 чел.-дней. (19,4 чел.-лет, или около 20 исполнителей на год).

6. Затраты на оплату труда работников, непосредственно занятых созданием НТП (фонда оплаты труда), равны: $4798,0 * 1,8 = 8\,636,4$ тыс. руб.

7. Объем финансовых средств на отчисления на социальные нужды равен: $0,302 * 8 * 636,4 = 2\,608,2$ тыс. руб.

8. Объем финансовых средств на накладные (косвенные) расходы имеет следующее значение: $0,4794 * (8 * 636,4 + 2 * 608,2) = 5\,390,7$ тыс. руб.

9. Объем финансовых средств на выполнение НИОКР равен:

$1,298 * (8 * 636,4 + 2 * 608,2 + 5 * 390,7 + 0 + 0 + 0 + 0) = 21\,592,6$ тыс. руб.

Пример 3.

Дано:

Тема НИОКР: Научно-методическое обеспечение мероприятий по созданию и функционированию пунктов временного размещения (ПВР) пострадавших в ЧС.

Ожидаемые НР:

1. Типовые схемы ПВР для различных климатических зон России.
2. Методика обоснования рациональных технологий возведения ПВР для различных видов ЧС.
3. Методические рекомендации по развертыванию ПВР в зоне ЧС.

Средний размер оплаты труда научного работника за 2012 год – тот же.

Объемы финансовых средств на материалы, спецоборудование для научных (экспериментальных) работ, прочие прямые расходы и затраты по работам, выполняемым сторонними организациями и предприятиями равны нулю.

Найти: оценки трудоемкости и стоимости НИОКР.

Решение:

1. В соответствии с рис.1 определяем требования к ожидаемым НР. Из трех направлений на верхнем уровне выбирается направление № 1 – «Известные организационные, технические и другие решения, быстро внедряемые в практику». Данное направление выбрано в связи с тем, что проведено значительное количество НИОКР в данной области и существует серьезный научно-технический задел.

На втором уровне выбирается поднаправление 1.1. «Срочное внедрение в массовую практику со значительным эффектом», а на третьем уровне – 1.1.3. «Точность расчетов, обоснований экспериментов приемлемая», т.к. сам характер НР не требует высокой точности (типовые схемы, технологии возведения, методические рекомендации). В этой связи все указанные НР относятся ко второму варианту.

2. Требуемые этапы НИОКР для указанных НР представлены ниже:

Таблица 7

Этапы НИОКР для ожидаемых НР

НР	Этапы НИОКР																			
	Э1	Э2	Э3	Э4	Э5	Э6	Э7	Э8	Э9	Э10	Э11	Э12	Э13	Э14	Э15	Э16	Э17	Э18	Э19	Э20
1	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
2	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+

Из таблицы видно, что для 1 и 2-го НР включены этапы Э5 (т.к. необходимо использование известных методов математического программирования (для оптимизации схем размещения) и сетевого планирования (для обоснования рациональной технологии)), Э7, Э8 и Э10, связанные со сбором и обработкой исходных данных для обоснования, соответствующими расчетами с использованием прикладных программ, и этапы по социально-экономической оценке, сдаче результатов заказчику и подготовке к их внедрению (Э17-Э20).

Для 3-го НР необходимы только этапы сдачи и внедрения (Э18-Э20.)

3. Значения КУТР для 2-го варианта сочетаний требований к ожидаемым НР определяются из [1] и приведены в табл.8. Итоговый КУТР определяется, как максимальное значение КУТР по НР, для которых предусмотрены рассматриваемые коэффициенты.

4. Оценки трудоемкости этапов НИОКР приведены в табл. 9.

Таблица 8

Значения КУТР для 2-го варианта сочетаний требований к ожидаемым НР

НР	Вариант	Этапы НИОКР							
		Э5	Э7	Э8	Э10	Э17	Э18	Э19	Э20
		K ₂	K ₄	K ₄	K ₅	K ₈	K ₉	K ₉	K ₉
1	2	2,31	2,84	2,84	2,40	2,80	3,16	3,16	3,16
2	2	2,31	2,84	2,84	2,40	2,80	3,16	3,16	3,16
3	2	-	-	-	-	-	3,16	3,16	3,16
max K		2,31	2,84	2,84	2,40	2,80	3,16	3,16	3,16

Таблица 9

Оценки трудоемкости этапов НИОКР

Обозначение этапа	Примерная норма продолжительности, дней	Итоговое значение КУТР, кол. раз. · чел	Оценка трудоёмкости этапа, чел.-дней
1	2	3	4
Э5	85,1	2,31	196,6
Э7	71,3	2,84	202,5
Э8	141,4	2,84	401,6
Э10	75,2	2,40	180,5
Э17	59,4	2,80	166,3
Э18	79,4	3,16	250,9
Э19	37,4	3,16	118,2
Э20	44,3	3,16	140,0

5. Трудоёмкость НИОКР определяется, как сумма значений последнего столбца предыдущей таблицы и равна 1656,5 чел.-дней. (6,7 чел.-лет, или около 7 исполнителей на год).

6. Затраты на оплату труда работников, непосредственно занятых созданием НТП (фонда оплаты труда), равны: $1656,5 \cdot 1,8 = 2\,981,7$ тыс. руб.

7. Объем финансовых средств на отчисления на социальные нужды равен: $0,302 \cdot 2 \cdot 981,7 = 900,5$ тыс. руб.

8. Объем финансовых средств на накладные (косвенные) расходы имеет следующее значение: $0,4794 \cdot (2 \cdot 981,7 + 900,5) = 1\,861,1$ тыс. руб.

9. Объем финансовых средств на выполнение НИОКР равен:

$1,298 \cdot (2 \cdot 981,7 + 900,5 + 1\,861,1 + 0 + 0 + 0 + 0) = 7\,454,8$ тыс. руб.

Пример 4.

Дано:

Срок выполнения НИОКР по утвержденному плану НТД – 2 года.

Трудоемкость НИОКР, оцененная с использованием данной методики - 1656,5 чел.-дней.

Найти: требуемое количество исполнителей НИОКР.

Решение:

Трудоемкость НИОКР – это продолжительность выполнения НИОКР одним исполнителем средней квалификации, т.е. 1656,5 дней.

В календарном году в среднем 247 рабочих дней.

В этой связи требуемое количества исполнителей НИОКР определяется, как[1]:

$$N_{исп} = \left\lceil \frac{1656,7}{247 \cdot 2} \right\rceil = [3,35] = 4 \text{ чел.}$$

Пример 5.

Дано:

План НТД МЧС России не утвержден, предполагается выполнение темы, рассмотренной в примере 3.

Найти: требуемое количество исполнителей НИОКР.

Решение:

Количество исполнителей определяется с учетом минимизации времени выполнения НИОКР при достижении заданных требований к ожидаемым НР. Для этого построен первый сетевой график:

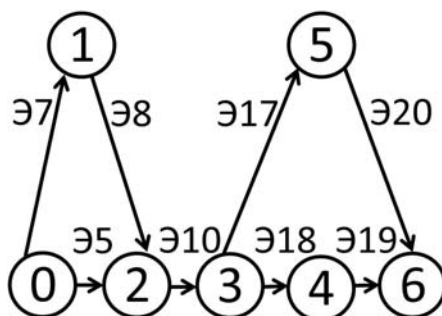


Рис. 2 – Первый сетевой график выполнения НИОКР

С учетом трудоемкости выполнения этапов НИОКР (чел.-дней) или, что в данном примере тоже самое, продолжительности выполнения этапов НИОКР (дней), данный график будет иметь вид:

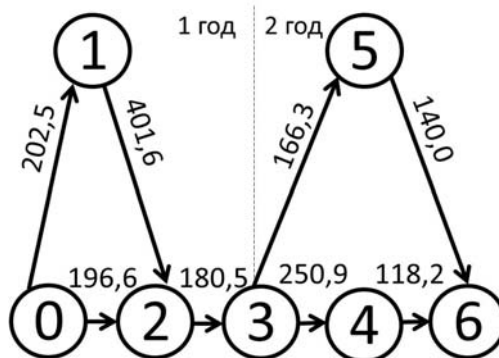


Рис. 3 – Второй сетевой график выполнения НИОКР

В данном примере научный руководитель распределил этапы по годам выполнения НИОКР так, как показано на рис.3.

Для того, чтобы уложиться в заданные сроки, на некоторые этапы необходимо привлечь более, чем одного исполнителя.

В первый год наиболее трудоемким является выполнение Э7 и Э8, только после завершения которых может начаться Э10. В этой связи можно определить, что на Э7 и Э8 нужно назначить столько исполнителей, чтобы их выполнение совпало с выполнением Э5, на который назначается один исполнитель (научный руководитель или научный сотрудник, имеющий опыт в доработке, адаптации НМА).

В этой связи принимается, что этапы Э7 и Э8 должны быть выполнены за 196,6 дней. В этом случае количество исполнителей определяется, как:

$$\frac{T_{Э_7} + T_{Э_8}}{T_{Э_5}} = \frac{202,5 + 401,6}{196,6} \approx 3 \text{ чел.},$$

где $T_{Э_i}$ - время выполнения i -того этапа.

В свою очередь, на этап Э10 остается $247,0 - 196,6 = 50,4$ дня. Для того, чтобы его выполнить за отведенное время необходимо привлечь

$$\frac{T_{Э_{10}}}{50,4} = \frac{180,5}{50,4} \approx 4 \text{ чел.}$$

Во второй год последовательно выполняемые этапы Э18 и Э19 требуют 369,1 дней. Для того, чтобы уложиться в календарный год, необходимо привлечь

$$\frac{T_{Э_{18}} + T_{Э_{19}}}{247} = \frac{369,1}{247} \approx 2 \text{ чел.}$$

Тогда на этап Э17 можно выделить одного исполнителя, а на Э20 – двух.

С учетом расчетов третий сетевой график выполнения НИОКР исполнителями имеет вид:

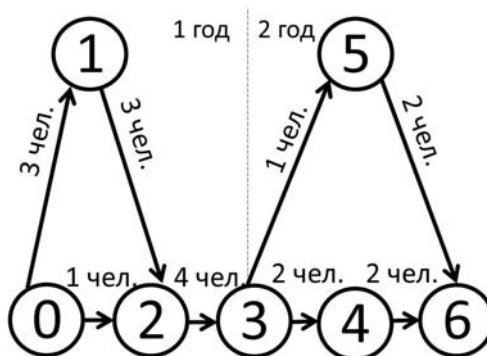


Рис. 4 – Третий сетевой график выполнения НИОКР

Требуемое количество исполнителей НИОКР может определяться, как максимальное количество одновременно работающих сотрудников, т.е. 4 человека. За счет оптимизации графика выполнения работ возможно снижение количества исполнителей на 3 человека по сравнению с примером 3.

В этом случае общее время выполнения работы можно определить по наиболее «длинному» (с точки зрения времени) пути четвертого сетевого графика:

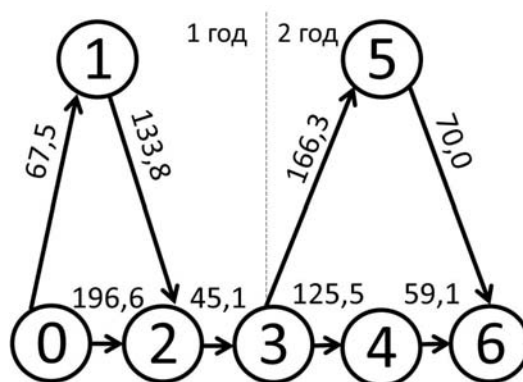


Рис. 5 – Четвертый сетевой график выполнения НИОКР

Это путь **0-1-2-3-5-6** ($\Xi 7 \rightarrow \Xi 8 \rightarrow \Xi 10 \rightarrow \Xi 17 \rightarrow \Xi 20$), равный 482,7 дней.

Следует подчеркнуть, что оптимизация графика выполнения работ целесообразна только после оценки трудоемкости НИОКР, выполненной в примере 3.

Пример 6.

Дано:

План НТД не утвержден, предполагается выполнение темы, рассмотренной в примерах 3 и 5.

Найти: время выполнения НИОКР с учетом профессионального уровня и должностной занятости исполнителей.

Решение:

Определение времени выполнения НИОКР с учетом профессионального уровня и должностной занятости работников [1] также выполняется с применением сетевого графика. При этом на наиболее сложные этапы (с научно-методической точки зрения) необходимо ставить наиболее квалифицированных исполнителей. Для рассматриваемого примера, возможно, предложить следующее распределение исполнителей разной квалификации:

этап 5 «Доработка, адаптация существующего научно-методического аппарата»: один исполнитель - доктор наук, профессор, главный научный сотрудник (коэффициент профессионального уровня – 0,3, должностной занятости – 1,2 – см.[1]);

этап 7 «Разработка методики сбора и обработки исходных данных для использования в аппарате»: три исполнителя - кандидат наук, доцент, ведущий научный сотрудник (коэффициент профессионального уровня – 0,5, должностной занятости – 1,1), старший научный сотрудник (коэффициент профессионального уровня – 0,6, должностной занятости – 1,0), младший научный сотрудник (коэффициент профессионального уровня – 1,0, должностной занятости – 1,3);

этап 17 «Оценка технико- или социально-экономической эффективности научных и практических результатов»: один исполнитель - кандидат наук, доцент, ведущий научный сотрудник (коэффициент профессионального уровня – 0,5, должностной занятости – 1,1).

Для этапа 7 принимается допущение о распределении времени его выполнения обратно пропорционально произведению коэффициентов профессионального уровня и должностной занятости. Для различных работников это произведение составит:

кандидат наук, доцент, ведущий научный сотрудник – 0,55 (обратная пропорция - 43%);

старший научный сотрудник – 0,6 (обратная пропорция - 39%);

младший научный сотрудник – 1,3 (обратная пропорция - 18%).

С учетом обратной пропорции распределение времени выполнения этапов будет равно:
кандидат наук, доцент, ведущий научный сотрудник – 87,1 дней;
старший научный сотрудник – 79,0 дней;
младший научный сотрудник – 36,4 дня.

Принимая во внимание вышесказанное, время выполнения этапов будет равно:

этап 5: $196,6 * 0,3 * 1,2 = 70,8$ дней;

этап 7: $\max\{87,1 * 0,5 * 1,1; 79,0 * 0,6 * 1,0; 36,4 * 1,0 * 1,3\} = \max\{47,9; 47,4; 47,3\} = 47,9$ дней;

этап 17: $166,3 * 0,5 * 1,1 = 91,5$ дней,

и пятый сетевой график будет иметь следующий вид:

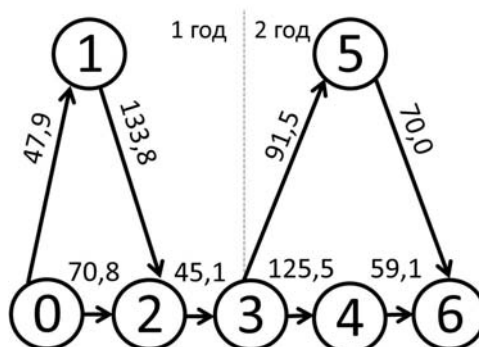


Рис. 6 – Пятый сетевой график выполнения НИОКР

Общее время выполнения НИОКР можно определить по наибольшему пути сетевого графика: **0-1-2-3-5-6** ($\Xi 7 \rightarrow \Xi 8 \rightarrow \Xi 10 \rightarrow \Xi 17 \rightarrow \Xi 20$). Оно равно 388,3 дня. При распределении исполнителей по этапам НИОКР с учетом их профессионального уровня и должностной занятости время выполнения работ сокращается по сравнению с примером 5 на 94,4 дней.

Пример 7.

Дано:

В государственном задании НИУ на год предусмотрено:

25 тем НИОКР;

300 научных консультаций;

20 оперативных заданий.

В среднем в каждой НИОКР планируется участие 6 исполнителей.

Средняя трудоемкость одной консультации – 3 чел.-день.

Средняя трудоемкость оперативного задания – 10 чел.-дней.

Численность работников, непосредственно занятых созданием НТП, составляет 150 человек.

Найти: оценку возможностей НИУ по выполнению государственного задания на научно-техническую деятельность.

Решение:

Максимально допустимая трудоемкость НИУ за год составляет:

$$150 \text{ чел.} * 247 \text{ дней (рабочих в году)} = 37050 \text{ чел.-дней.}$$

Средняя трудоемкость одной НИОКР равна:

$$247 \text{ дней} * 6 \text{ чел.} = 1235 \text{ чел.-дней.}$$

Общая трудоемкость работ по госзаданию, возложенных на НИУ, составляет:

$$25 \text{ НИОКР} * 1235 \text{ чел.-дней} + 300 \text{ чел.} * 3 \text{ чел.-дней} + \\ + 20 * 10 \text{ чел.-дней} = 38150 \text{ чел.-дней}$$

Превышения плановой трудоемкости над возможностями НИУ составляет 1100 чел.-дней.

Для того чтобы общая трудоемкость работ по государственному заданию, возложенных на НИУ, соответствовала его возможностям, возможно исключение из государственного задания одной НИОКР.

Таким образом, в заключительной статье этой серии приведены примеры оценки трудоемкости, стоимости и времени выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, а также требуемого количества исполнителей, выполненные с использованием методики оценки трудоемкости и стоимости НИОКР.

Литература

1. Дурнев Р.А., Жданенко И.В. Развитие подхода к оценке трудоемкости НИОКР: проект методики оценки трудоемкости и стоимости научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», вып.№3, 2014.

Сведения об авторах

Дурнев Роман Александрович, заместитель начальника ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), доцент, тел. 8(499)2332562, тел. м. 8(903)2586716

Жданенко Ирина Васильевна, старший научный сотрудник ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), тел. 449-90-76, м. 8-909-953-56-59

УДК 004.21, 004.9 + 551 + 622

РАСЧЕТ ИНТЕНСИВНОСТИ И ОЦЕНКИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЛЬНОГО ГЕОПОРТАЛА

Доктор техн. наук *В.В. Москвичев*

Специальное конструкторско-технологическое бюро «Наука» КНЦ СО РАН

Доктор техн. наук *В.П. Потапов*,
кандидат техн. наук *С.Е. Попов*, кандидат техн. наук *Р.Ю. Замараев*

Институт вычислительных технологий СО РАН

А.С. Егоров

Кемеровский государственный университет

В работе представлен интегральный геопортал для оценки последствий землетрясений, разработанный на основе облачного подхода, где программные компоненты объединены в веб-инфраструктуру и используют в качестве «информационного ядра» пространственные данные (сейсмические события) с геопривязкой к конкретному горно-промышленному региону. Геопортал разработан на базе математических моделей ме-

тодики прогнозирования последствий землетрясений с функциональными возможностями расчета интенсивности землетрясений и их последствий, отображения детальной информации по каждому строению, участвующему в расчетах, построение зон воздействия в виде круговых областей согласно бальной шкале MSK-64 на электронной карте предполагаемого географического района возникновения сейсмического события.

Ключевые слова: промышленная и региональная сейсмика, облачный сервис, геоинформационная система, интенсивность землетрясений, макросейсмическое поле.

INTENSITY CALCULATION AND EVALUATION OF THE EFFECTS OF EARTHQUAKES ON THE BASIS OF AN INTEGRATED GEOPORTAL

Dr. (Tech.) V.V. Moskvichev

**Special Design and Technological Bureau «Nauka»
Krasnoyarsk Scientific Centre of Siberian Branch Russian Academy of Sciences**

**Dr. (Tech.) V.P. Potapov,
Ph.D. (Tech.) S.E. Popov, Ph.D. (Tech.) R.Yu. Zamaraev**

**Institute of Computational Technologies
of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences**

A.S. Yegorov

Kemerovo State University

This paper presents an integrated geoportal to evaluate the effects of earthquakes, developed on the basis of the cloud approach, where software components are integrated into the web infrastructure and is used as a "core information" spatial data (seismic events) geo-referenced to a specific mining region. Geoportal is designed based on mathematical models of forecasting techniques earthquakes with functionality calculate the intensity of earthquakes and earthquake effects, displaying detailed information on each structure is involved in the calculations, with the construction impact zones in the form of circular domains according to a scale MSK-64 on an electronic map of the intended geographical area of the seismic event.

Key words: industrial and regional seismic, cloud service, geographic information system, the intensity of earthquakes, macro seismic field.

Введение

Проблема обеспечения сейсмической безопасности населения была и остается весьма актуальной. В данной проблеме можно выделить две основные задачи: прогнозирование и оценка сейсмических рисков, а также сейсмическое районирование территорий, прогнозирование объемов потерь и спасательных работ.

В области создания предметных ГИС-средств уже реализован ряд работоспособных подходов, которые опираются на различные технологии и архитектуры, интегрирующие программные компоненты геодинамических расчетов и анализа сейсмической обстановки.

В работе [1] рассмотрен вопрос о влиянии технологических взрывов на сейсмическую активность в районе Таштагольского месторождения. В результате обработки данных показано, что это влияние проявляется в увеличении числа, энергии и концентрации сейсмических событий в районе проводимых взрывов. К фоновым значениям параметры сейсмической активности возвращаются через 11 ч. – 3 дня после взрывного воздейст-

вия; величина возрастания сейсмической активности определяется энергией проводимых взрывов. В работе [2] описывается опыт разработки ГИС-системы, ориентированной на решение задач, связанных с изучением особенностей процесса регионального сейсмоэнерговыведения. Система строится на основе распределенных web-технологий с применением математических методов сканирования шахтной сейсмологической информации. Рассмотрены теоретические вопросы и практические приемы получения, обработки и хранения сейсмоданных открытых международных стандартов и форматов. В работе [3] с помощью анализа графиков повторяемости сейсмических событий, их распределения по времени в течение рабочей недели и расположения эпицентров показано, что сейсмичность Кузбасса, начиная с 60-х годов прошлого века, носит сложный природно-техногенный характер. С конца 80-х гг. природно-техногенная сейсмичность переходит во вторую стадию, характеризующуюся роевыми потоковыми проявлениями сейсмических событий низкого энергетического класса и мощными неглубокими землетрясениями в районах высокой концентрации горных работ, прежде всего вблизи глубоких карьеров. Установлено, что природно-техногенная активность в большой мере связана с глубинными разломами, относительно слабо проявленными в верхнем слое земной коры и рельефе местности, что свидетельствует об ускорении их прорастания на поверхность под воздействием техногенных факторов. Предложена программа углубленных исследований природно-техногенной сейсмоактивности Кузбасса и разработки методов раннего выявления активизирующихся зон. В работе [4] представлена геоинформационная система, реализованная в виде облачного сервиса для классификации сейсмических событий природного и техногенного происхождения. Используются модели сейсмологических сигналов на основе информационной энтропии, которые трактуются как характеристические функции “волноводов” из очага к сеймостанции. Наблюдаемое качественное подобие или отличие моделей связывается с генезисом событий, которые и классифицируются на этом основании. Описана структура сервиса, реализованного на технологиях облачных вычислений GoogleAppEngine в интеграции с веб-сервисами IRIS DataManagementCenter и локальными БД сейсмических наблюдений. Приведены примеры использования сервиса в задаче классификации сейсмических событий неизвестного генезиса.

Подготовка и реализация спасательных работ находятся в ведении Министерства по чрезвычайным ситуациям и региональных служб ГО и ЧС. Практическая сторона их деятельности подкреплена нормативными документами, предполагающими в ряде задач значительный объем вычислений, в том числе на картах. К таким нормативам относится методика прогнозирования последствий землетрясений [5], суть которой заключается в построении зон воздействия по шкале MSK-64, а также оценки причиненного ущерба строениям населенных пунктов, прогнозирования потерь среди населения и объемов спасательных и неотложных работ, аварий на КЭС и промышленных предприятиях. Данный ресурс позволит заблаговременно просчитать все аспекты разного рода потерь при землетрясении и произвести более тщательную подготовку к ним. Это позволит повысить оперативность работы служб МЧС и процент спасенных жизней людей. Также, детальная информация позволит обоснованно и более точно расставлять приоритеты в оказании помощи населению. Открытость методики позволяет всем заинтересованным организациям реализовать доступный и оперативный расчет интенсивности землетрясений, построение зон воздействия и итоговых отчетов для заданного региона.

Развитие облачных технологий [6-7] позволяет создавать веб-сервисы, представляющие собой клиент-серверную технологию, использующую клиентом ресурсы группы серверов в сети Интернет. При этом наличие нескольких источников используемых ресурсов, с одной стороны, позволяет повышать доступность системы клиент-сервер за счет возможности масштабирования, а с другой – снижает риск неработоспособности виртуальных серверов, что является неоспоримым преимуществом с позиций оперативности расчетов.

Поэтому создание специализированного веб-сервиса для расчета интенсивности землетрясений, на базе облачных технологий с учетом доступности и оперативности в вопросах прогнозирования последствий землетрясений является актуальной проблемой в рамках интеграции геоинформационных систем и облачных технологий.

Для решения вышерассмотренной проблемы нами была разработана специализированная ГИС, реализуемая в виде геопортала для расчета интенсивности землетрясений и последствий землетрясений с возможностью отображения детальной информации по каждому строению, участвующему в расчетах, с построения зон воздействия в виде круговых областей согласно бальной шкале MSK-64 на электронной карте предполагаемого географического района возникновения сейсмического события. Со следующим дополнительным функционалом:

- редактирования базы данных населенных пунктов;
- поисков в географических базах данных имен объектов (топонимики);
- формирования отчетов.

Базовые математические алгоритмы

В работе была использована видоизменённая методика прогнозирования последствий землетрясений (МППЗ) [5].

Частью этой методики является расчет интенсивности землетрясения I , которая определяется как мера воздействия колебания грунта на внешнюю среду, оцениваемая по двенадцатибальной шкале. Алгоритмы расчета последствий землетрясений (математическое ожидание потерь людей в населенных пунктах, степень разрушения зданий, объема завалов, разрушение линий электропередач и т.п.) представлены в виде диаграммы информационных потоков (рис. 1.).

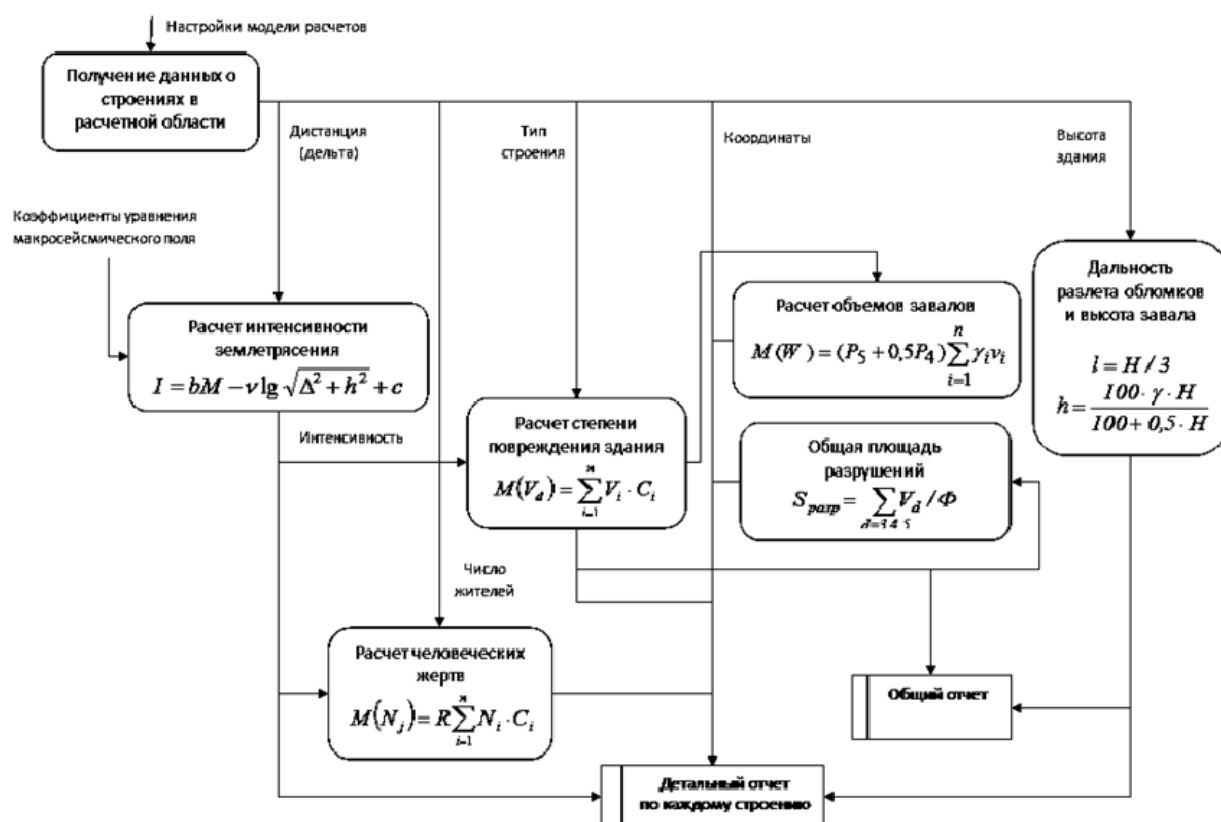


Рис. 1. Базовые математические алгоритмы геопортала в виде диаграммы информационных потоков

Подробное описание всех математических алгоритмов можно найти в работе [5], приведем только основные из них.

Соотношение между магнитудой M и интенсивностью I определяется эмпирической зависимостью, которая в литературе известна как формула макросейсмического поля.

$$I = bM - vlg\sqrt{\Delta^2 + h^2} + c \quad (1)$$

где Δ – эпицентрального расстояние до географического объекта, км;

h – глубина очага, км;

M – магнитуда землетрясения.

Коэффициенты b, c, v формируются из таблицы коэффициентов уравнения макросейсмического поля [1].

Преобразуя выражение (1) относительно Δ , можно получить выражение эпицентрального расстояния, через параметры магнитуды M , интенсивности I и глубины сейсмического события h .

$$\Delta = \sqrt{10^{\frac{z(bM+c-1)}{v}} - h^2} \quad (2)$$

Где $10^{\frac{z(bM+c-1)}{v}} - h^2 > 0; 0 \leq h \leq 10$ – требование МППЗ. Для промышленных взрывов предполагается $h=0$, км; $1 \leq M \leq 8$ – требование МППЗ.

Выражение (2) позволяет рассчитывать максимальное значение параметра Δ для показателя интенсивности землетрясения I , изменяющегося в целочисленном интервале от 1 до 12 включительно, при заданных значениях магнитуды M и глубине h .

Для расчета параметра Δ в (1) до заданного географическими координатами населенного пункта используется сферическая теорема косинусов в модификации для точек-антиподов

$$\Delta = \arctan \left\{ \frac{\sqrt{[\cos \varphi_2 \sin \Delta\mu]^2 + [\cos \varphi_1 \sin \varphi_2 - \sin \varphi_1 \cos \varphi_2 \cos \Delta\mu]^2}}{\sin \varphi_1 \sin \varphi_2 + \cos \varphi_1 \cos \varphi_2 \cos \Delta\mu} \right\} \quad (3)$$

где $\varphi_1, \varphi_2, \mu_1, \mu_2$ – широта и долгота двух точек в радианах – центр сейсмического события и координаты населенного пункта, соответственно; $\Delta\mu$ – разница координат по долготе.

Для проведения расчетов, необходимо принять во внимание классификацию типов строений по системе ММСК-86.

Математическое ожидание потерь людей в населенных пунктах определяется по формуле

$$M(N_j) = R \sum_{i=1}^n N_i \cdot C_i \quad (4)$$

где R – вероятность размещения людей в зданиях;

n – число типов рассматриваемых зданий;

N_i – численность людей в зданиях i -ого типа, чел.;

C_{Ni} – вероятность поражения людей в зданиях i -ого типа (табл. 5 [1]);

$M(N_j)$ – математическое ожидание потерь j -ой степени.

Значения R принимаются на основе обработки статистических материалов. В качестве средних показателей могут быть приняты значения:

с 23 до 7 часов

$R = 1$;

с 7 до 9 часов

$R = 0,6$;

с 9 до 18 часов	$R = 0,7;$
с 18 до 20 часов	$R = 0,65;$
с 20 до 23 часов	$R = 0,9.$

Математическое ожидание количества зданий со степенью повреждения d определяется по формуле

$$M(V_d) = \sum_{i=1}^n V_i C_i \quad (5)$$

где V_i — численность зданий i -го типа в городе;

n — число типов рассматриваемых зданий (максимальное число 6);

C_{Vi} — вероятности повреждения зданий i -го типа (табл. 6 [1]).

В расчетах применяют закон разрушения: вероятности наступления определенной степени повреждений зданий.

Таблица 1

Таблица вероятностей поражения людей при землетрясении

Структура потерь	Вероятность поражения людей при степени повреждения зданий				
	Повреждения			Разрушения	Обвалы
	Легкие	Умеренные	Тяжелые		
Общие	0	0,01	0,11	0,6	0,97
Безвозвратные	0	0	0,02	0,23	0,6
Санитарные	0	0,01	0,09	0,37	0,37

Программная реализация геопортала

Геопортал состоит из двух ГИС-сервисов расчета интенсивности землетрясений (<http://seismoshake.appspot.com>) (рис. 2) и оценки их последствий (<http://84.237.33.111:8080/seismorepercussion>) (рис. 3.), разработан с применением следующих технологий:

- Google Web Toolkit (GWT), GWT-RPC, SmartGWT, SmartClient;
- DatastoreGoogleAppEngine (DGAE) – хранение и обработка данных;
- GoogleMapAPI (GMap) – работа с географическими картами;
- GEONAMESweb services.
- PostgreSQL 9.3 – реляционная БД для хранения и обработки данных;

Пакеты GWT, GMap, SmartGWT, SmartClient применялись для построения графического интерфейса пользователя геопортала.

Пакет GoogleMap позволил визуализировать результаты расчетов непосредственно на карте географической местности. Последняя версия продукта GMapAPI предоставляет богатые возможности для разработки визуально-картографического контента для свободно-распространяемого программного обеспечения, работающего как облачный сервис, что в контексте поставленной задачи вполне достаточно, учитывая выдвигаемые требования доступности расчетов.

Технология GWT-RPC позволила организовать взаимодействие клиентской части с облачной архитектурой GoogleAppEngine посредством асинхронных вызовов удаленных методов сервлетов, содержащих программную логику расчета математических модели (1)-(5) с передачей полей веб-формы, а также выполнения http-запросов к сервисам Geo-

Names без перезагрузки графического интерфейса пользователя. Данный подход снял проблему сохранения состояния переменных, как на стороне сервера, так и на стороне клиента, что позволило инкапсулировать функционал и сделать модель поведения сервиса приближенной к стационарному приложению.

Алгоритм работы геопортала можно разделить на две части:

Первая включает в себя расчет сейсмической сотрясаемости (1) и построение проявлений последствий землетрясений в виде круговых областей согласно (2), по заданным значениям параметров расчета: долгота/широта, магнитуда и глубина сейсмического события (рис. 3). Формирование отчета, согласно расчетам и дополнительной информации, введенной пользователем: дата/время сейсмического события, энергетический класс, тип события, ближайшие географические объекты. Где согласно выражению (2) рассчитываются максимальные значения параметра Δ для показателя интенсивности землетрясения I , изменяющегося в целочисленном интервале от 1 до 12 включительно, при заданных значениях магнитуды M и глубине h . Круговые области образуются между двумя соседними окружностями, соответствующими значениям $\Delta(I_j)$ и $\Delta(I_{j+1})$, где $j = 1..11$.

Формирование отчета происходит в виде генерации HTML-кода, представляющего веб-контент в GWT-элементе HTMLPanel. К интерфейсу сервиса добавляется выпадающая панель, содержащая этот элемент с html-страницей отчета. Модель размещения контента HTMLPanel позволяет выводить его на программный PDF-принтер, например, BullZipPDFPrinter, тем самым формируя аналогичный документ.

Вторая часть позволяет производить расчет различных показателей последствия землетрясений согласно (3) - (5) и математическим моделям, описанным в [5] (рис. 3). Веб-интерфейс представлен графическими компонентами со следующими дополнительными функциональными возможностями:

- главная панель содержит вкладки ввода параметров расчета и его результатов;
- форма «параметры землетрясения» – содержит поля для ввода параметров землетрясения (широта, долгота, магнитуда, глубина, время), эти параметры являются обязательными. Параметр «Радиус» ограничивает территорию, на которой будут производиться расчеты;
- форма «территория для расчетов» – блок является не обязательным к заполнению. Он позволяет выбрать конкретный город (и улицу) для которого необходимо произвести расчет;
- форма «географическая карта» позволяет наглядно задать координаты землетрясения, а так же радиус расчетов. Содержит в себе два объекта автоматической настройки параметров: («Маркер» – широта, долгота; «Окружность» – широта, долгота, радиус);
- краткая подсказка для помощи в осуществлении работы с сервисом.

Общие результаты расчета выгружаются на дополнительные вкладки главной панели. При нажатии на кнопку «Детализация» на панели инструментов, появиться окно с данными по каждому строению (если был выбран детальный отчет при запуске расчетов), участвующему в расчетах. Каждое строение может быть найдено на карте (вкладка «Параметры»), если по записи совершить двойной щелчок левой кнопкой мыши, либо, выбрав необходимые записи нажать кнопку «Показать выделенное на карте».

Таблица детализации данных поддерживает пользовательскую группировку, быстрый поиск информации по любому из параметров и управление отображением столбцов с данными.

▼ Параметры расчета

Параметры сейсмического события

Широта: 55.0532 ? Долгота: 86.90185 ?
Магнитуда: 6 ? Глубина: 10 ?
Район возникновения:
Энергетический класс: 14.8
Тип события: природное землетрясение
Время события: 2011-01-03 12:43:20
Регион расчета: Урал и Западная Сибирь, ?

Наблюдаемые населенные пункты

☐ Населенный пункт	Население
☒ Кемерово	477090
☒ Новокузнецк	539816
☒ Прокопьевск	219000
☒ Ленинск-Кузнецкий	109023
☒ Киселевск	104000
☒ Анжеро-Судженск	82528
☒ Белово	75784
☒ Промышленновский	6152
☒ Миски	11082

Обновить

Удалить

Широта: ? Долгота: ?
Название населенного пункта: ?
Численность населения: ?
Относится к наблюдаемым: да ?

Добавить

Тип отчета: Общий отчет

Рассчитать

▼ Таблица расчетной сотрясаемости в баллах шкалы MSK-64 в населенных пунктах согласно параметрам расчета

Номер	Населенный пункт	Удаление, км	Сотрясаемость, баллы	Широта	Долгота
1	Кемерово	60.59	5.7	55.333	86.083
2	Новокузнецк	144.94	4.4	53.756	87.11
3	Прокопьевск	128.16	4.6	53.906	86.719
4	Ленинск-Кузнецкий	64.17	5.7	54.657	86.174

Рис. 2. Графический интерфейс геопортала. Показаны зоны сотрясаемости для тестового события в виде круговых областей, рассчитан показатель I (1) для выбранных населенных пунктов

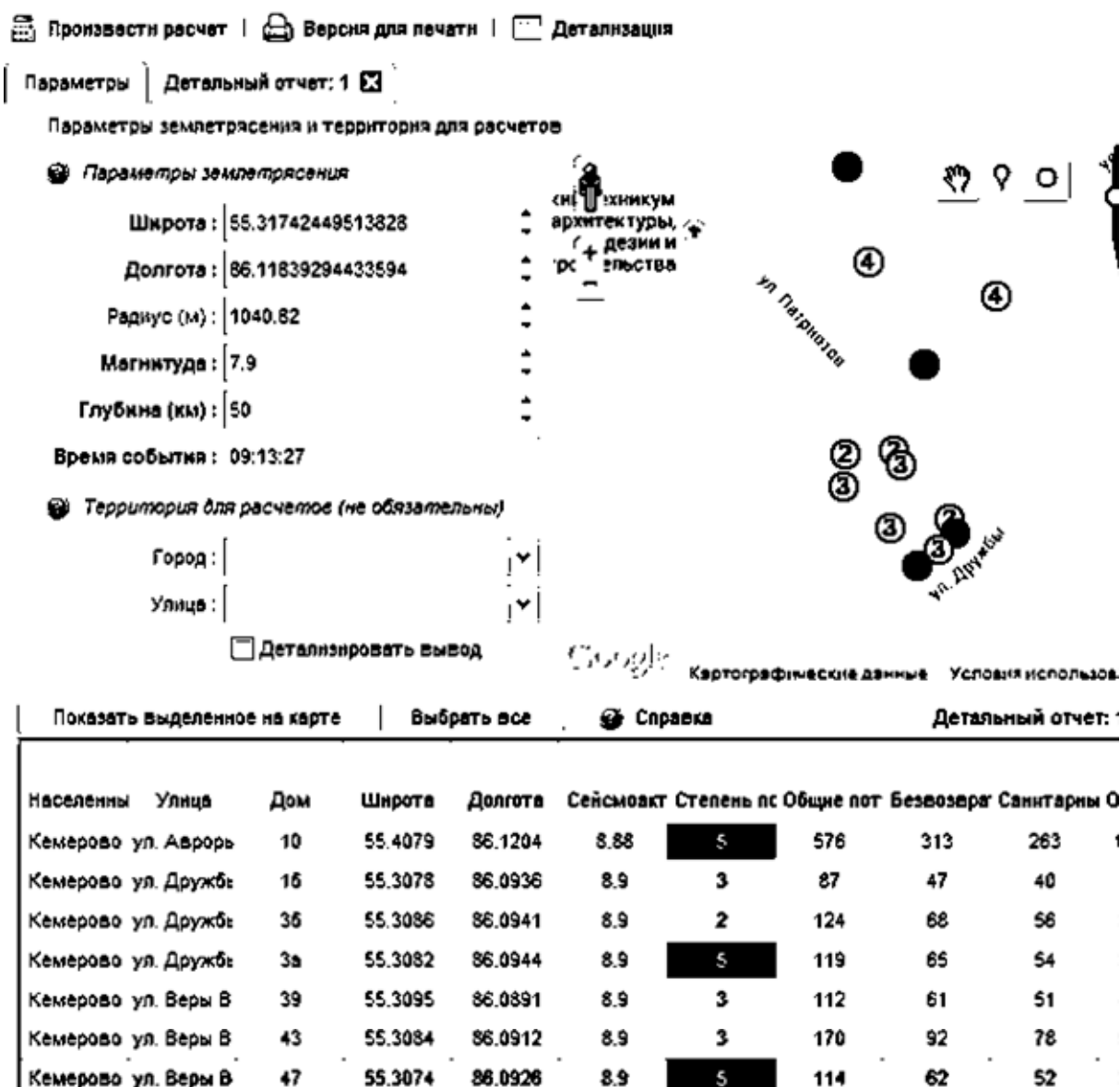


Рис. 3. Графический интерфейс геопортала. Показаны адреса строений с расчетной степенью повреждений и расположением на географической карте.

Выводы

В результате выполненных исследований был разработан геоportal, как новое средство для расчета интенсивности землетрясений, на базе облачных технологий GoogleAppEngine, который интегрирует технологии GoogleMaps, инструментарий GWTi базы данных географических объектов GeoNames и PostgreSQL. Геоportal обеспечивает оперативность и доступность расчетов при прогнозировании последствий природных и техногенных сейсмособытий, является интегрирующей программной структурой, позволяющей проводить оценку ситуации при землетрясении, а также прогнозирование расходов, связанных с ликвидацией последствий.

ГИС-сервисы могут быть использованы в практической деятельности работниками РСЧС и гражданской обороны, научными сотрудниками организаций, в том числе входящих в Федеральную систему сейсмологических наблюдений, а также специалистами центров мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций.

Предложенная разработка внедрена и функционирует в ГКУ Кемеровской области «Агентство по защите населения и территории Кемеровской области».

Литература

1. Еременко В.А., Еременко А.А., Рашева С.В., Турунтае С.Б. Влияние взрывов на техногенную сейсмичность в районе Таштагольского месторождения. // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. - 2009.- № 5.- С. 66-75
2. Опарин В.Н., Потапов В.П., Попов С.Е., Замараев Р.Ю., Харлампенков И.Е. // Разработка распределенных ГИС-средств мониторинга миграций сейсмических проявлений. // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. - 2010. - № 6. - С. 91-97
3. Яковлев Д.В., Лазаревич Т.И., Цирель Т.И. Природно-техногенная сейсмоактивность Кузбасса. // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. - 2013. - № 6. - С. 20-35
4. Опарин В.Н., Потапов В.П., Логов А.Б., Замараев Р.Ю., Попов С.Е. Геоинформационная система мониторинга для регионального контроля геомеханико-геодинамической ситуации в Кузбассе на основе энтропийного подхода к анализу сейсмических записей // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. - 2013. - №3. - С. 148-156
5. Методика прогнозирования последствий землетрясений. // ВНИИ ГО ЧС. М.: - 2000.- 27 с.
6. Облачные сервисы. Взгляд из России. // Под ред. Е. Гребнева. М.: CNews, - 2011. - 282 с.
7. GoogleAppEngine (GAE) против AmazonWebServices (AWS) [Электронный ресурс] // НАВРАНАВР.RU: Новостной сайт, коллективные блоги. URL: http://habrahabr.ru/blogs/cloud_computing/117146/ (дата обращения: 03.02.2012).

Сведения об авторах

Потапов Вадим Петрович, - профессор, директор филиала ФГБУН Института вычислительных технологий СО РАН, 630090, Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 6, телефон: +7 (384 2) 21-15-66, e-mail: vadimptpv@gmail.com

Попов Семен Евгеньевич, - старший научный сотрудник ФГБУН Института вычислительных технологий СО РАН, 630090, Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 6, телефон: 89059692107, e-mail: popov@ict.sbras.ru

Егоров Анатолий Сергеевич, - студент 5-го курса математического факультета. Кафедра вычислительной математики; Место работы: Кемеровский государственный университет, 650043, г. Кемерово, ул. Красная, 6, телефон: 89505847813, e-mail: egorovtolik@mail.ru

Замараев Роман Юрьевич, - старший научный сотрудник ФГБУН Института вычислительных технологий СО РАН, 630090, Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 6, телефон: 89050692866, e-mail: zamaraev@ict.sbras.ru

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ: ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ И ЗАМЫСЕЛ РЕШЕНИЯ

Доктор техн. наук *Р.А. Дурнев, С.В. Колеганов*

ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

В первой статье этой серии приведена формулировка научной задачи по разработке методики комплексной оценки уровня транспортной безопасности в субъекте Российской Федерации, обоснованы метод и замысел её решения.

Ключевые слова: транспортный объект, надзор и контроль, транспортная безопасность, пожарная безопасность, гражданская оборона, защита от чрезвычайных ситуаций, техническое состояние, уровень транспортной безопасности, нечёткие множества.

COMPLEX ESTIMATION OF LEVEL OF SAFETY OF OBJECTS OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE: THE PROBLEM STATEMENT AND HIS PLAN

Dr. (Tech.) *R.A. Durnev, S.V. Koleganov*

FC VNII GOCHS EMERCOM of Russia

In the first article of this series the formulation of a scientific task of development of a technique of a complex assessment of level of transport safety is provided in the subject of the Russian Federation, the method and a plan of its decision are proved.

Key words: transport object, supervision and control, transport safety, fire safety, civil defense, protection against emergency situations, technical condition, level of transport safety, fuzzy sets.

В целях повышения эффективности мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций (далее - ЧС) на автомобильном, железнодорожном, воздушном, морском и внутреннем водном (далее - водном) транспорте в интересах органов надзора в сфере транспортной безопасности разрабатывается методика комплексной оценки уровня транспортной безопасности в субъекте РФ [1]. Оценки уровней безопасности с использованием данной методики будут являться базой для разработки долгосрочных, среднесрочных и краткосрочных целевых программ, планов, а также для принятия решений по предупреждению и ликвидации ЧС на транспорте.

В соответствии с требованиями вышеупомянутая методика должна позволять:

1. Использовать исходные данные, получаемые в результате реализации контрольно-надзорных функций в сфере транспортной безопасности (т.е. результатов проверок, оформления предписаний и т.п.). При этом необходимо учитывать то, что одними из основных функций надзора в сфере транспортной безопасности являются:

проверка деятельности юридических и физических лиц, осуществляющих перевозочную и иную связанную с транспортным процессом деятельность;

применение мер ограничительного, предупредительного и профилактического характера, направленных на недопущение, пресечение и ликвидации последствий нарушений обязательных требований.

В целях документального подтверждения реализации проверочных функций оформляются акты проверки юридического лица или индивидуального предпринимателя. В акте, в том числе, отмечаются:

нарушения обязательных требований или требований, установленных муниципальными правовыми актами, в области обеспечения транспортной безопасности;

факты невыполнения предписаний органов государственного контроля (надзора), органов муниципального контроля.

Фактически данный документ представляет собой перечень нарушений отдельных положений законов, постановлений, руководств, инструкций и других регламентирующих документов. Очевидно, что чем больший перечень таких нарушений, тем менее безопасен транспортный объект. Степень безопасности ещё в большей степени снижается, если выявлены факты не устранения нарушений, установленных предыдущими проверками.

Другим документом, оформляемым по результатам проверки в целях принятия ограничительных и других мер, является предписание об устранении выявленных нарушений. В нём также перечисляются выявленные нарушения и приводятся меры по их устранению. Говоря о существовании таких мер можно отметить, что они разделяются на следующие категории:

ограничить или запретить эксплуатацию какого-либо элемента транспортного объекта (например, подвижного состава железнодорожного транспорта);

устранить нарушение в течение установленного срока.

Первая категория таких мер предусматривает их немедленное исполнение, т.е. «мгновенное» ограничение или прекращение эксплуатации до момента устранения нарушения.

Срок реализации второй меры определяется лицом или комиссией (далее - инспектором), проводившим проверку.

И, наконец, в случае невыполнения предписаний составляются протоколы об административных правонарушениях, заявления о привлечении к административной ответственности и судом выносятся постановления о назначении административного наказания (в виде штрафа). Факты наказаний свидетельствуют о систематическом невыполнении требований в области обеспечения транспортной безопасности, что, в свою очередь, позволяет сделать вывод о крайне низком уровне безопасности транспортного объекта.

То же касается и других видов надзора, которым подвергается объект (пожарный, в области гражданской обороны (далее - ГО) и защиты от ЧС).

2. Использовать результаты применения утвержденных расчетных, инструментальных и иных методик оценки технического состояния, безопасности, условий эксплуатации и т.п. транспортных объектов.

3. Применять выходные показатели настоящей методики в деятельности органов надзора и органов повседневного управления Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (далее - РСЧС). Предполагается, что при снижении уровня транспортной безопасности (далее - УТБ) субъекта РФ могут изменяться режимы функционирования РСЧС, приводиться в готовность силы и средства и т.п.

Также целесообразно использовать указанные результаты в деятельности страховых структур (в рамках т.н. «аудита безопасности»), федеральных органов исполнительной власти, отвечающих за различные виды транспорта (например, Росжелдор).

4. С малой дискретизацией, практически регулярно оценивать УТБ в субъектах РФ. В настоящее время дискретизация таких оценок является значительной, т.к., например, паспорт безопасности, в котором присутствуют данные оценки, актуализируется раз в пять лет, декларация безопасности – от 2 до 5 лет (например, по судоходным гидротехническим сооружениям (далее - СГТС)). При этом следует отметить, что указанные оценки в паспорте приводятся в «усечённом виде», в качестве оценки техногенного риска чрезвычайных ситуаций в зависимости от технического состояния транспортного объ-

екта. В то же время, область деятельности органов надзора значительно шире и охватывает и техническое состояние и состояние юридического лица в целом (т.е. в определенной мере учитывает, например, человеческий фактор), в том числе деятельность по охране объектов, антитеррористической защищенности и т.д.

5. Обеспечивать автоматизированное поступление сведений по результатам вышеуказанных проверок и оценок, обработку в информационной системе (на базе специального программного обеспечения) при незначительном участии оператора.

В этой связи, возможно, сформулировать следующую научную задачу:

на основе анализа результатов надзорной деятельности в сферах транспортной и пожарной безопасности, в области ГО и защиты от ЧС, методических подходов к оценке технического состояния, безопасности, уязвимости транспортных объектов разработать методику комплексной оценки уровня транспортной безопасности в субъекте РФ и рекомендации по применению результатов ее использования в деятельности надзорных органов, органов повседневного управления РСЧС и других структурах.

Однако анализ показывает, что решение данной научной задачи, реализация указанных требований к методике затруднена в связи со следующим:

1. Результаты проверок имеют ярко выраженный качественный характер. В актах, предписаниях и решениях суда есть только перечисление нарушенных требований и меры по их устранению. Все эти нарушения и меры имеют, в основном, лингвистическое описание, что делает сложным применение традиционных методов количественного обоснования решений.

2. Отсутствуют данные по тяжести нарушения обязательных требований или требований, установленных муниципальными правовыми актами, в области обеспечения транспортной и других видов безопасности. Это, в свою очередь, не позволяет классифицировать, «взвешивать» данные нарушения с точки зрения влияния на УТБ.

3. Отсутствуют методические подходы не только к количественной, но и качественной оценке безопасности разных типов транспортных объектов и видов транспорта, оценке их технического состояния, риска ЧС и т.п. Исключение составляют только Методические рекомендации по контролю технического состояния и оценке безопасности судоходных гидротехнических сооружений [2], в которых, в том числе, приведены методы определения предельно-допустимых значений качественных признаков и количественных параметров, характеризующих наиболее значимые свойства СГТС. Не обсуждая корректность рискованного подхода к оценке безопасности сложных технических сооружений (подробный анализ приведен в [3]), достоинства и недостатки указанных методических рекомендаций (например, некорректность с точки зрения теории измерений большинства операций, выполняемых с порядковыми (бальными) оценками), хочется отметить, что многие параметры и их градации предполагают широкий спектр экспертных оценок (степень соответствия условий эксплуатации проектным требованиям, диапазоны порядковой шкалы для оценки технического состояния, верхняя граница вероятности возникновения аварии на СГТС, экспертные оценки технического состояния элементов СГТС при отсутствии инструментального обследования и многое другое). И в этом случае не вполне понятно, как осуществляется переход от конкретных технических параметров к экспертным градациям типа «нормальный», «пониженный» и т.п. Фактически это необоснованная попытка придать искусственную определенность ситуации, которая в принципе плохо определена, т.к. все экспертные градации отражают только ограниченный опыт некоторых специалистов в сложной сфере оценки технического состояния. Но с учётом того, что эти методические рекомендации введены в действие, этот ограниченный опыт будет массово использоваться персоналом СГТС длительное время (до пересмотра и утверждения методических рекомендаций).

При этом по остальным типам транспортных объектов таких формализованных методик вообще не существует.

4. В развитие предыдущего положения следует отметить, что существует значительное количество типов объектов транспорта (например, только по железнодорожному транспорту – вокзалы, тоннели, мосты, перегоны). Все эти типовые объекты обладают огромным количеством типовых характеристик, влияющих на безопасность, учесть которые в едином подходе крайне затруднительно. Решение этой задачи ещё в большей степени осложняется тем, что значения этих характеристик для типовых объектов уникальны для каждого конкретного объекта и определяются его спецификой.

5. Если учитывать только вопросы транспортной безопасности в традиционном понимании (т.е. всего того, что снижает вероятность возникновения аварий и катастроф, смягчает тяжесть их последствий), то возникают некоторые парадоксы, например:

чем больше нарушений, тем менее опасен становится объект; а чем менее опасен становится объект, тем большие затраты на поддержание в готовности сил и средств ликвидации возможных ЧС.

Это объясняется тем, что выявленное нарушение является возможной причиной возникновения аварии. Но причина эта выявлена и для её устранения принимается система мер. И чем больше таких нарушений, тем больше причин идентифицировано, тем масштабней мероприятия по недопущению их реализации, парированию возможной опасности. Всё это, безусловно, снижает техногенные опасности транспортных объектов, но на весь период реализации указанных мер силы и средства поддерживаются в повышенной готовности, происходит их наращивание, плановая замена и т.п. Всё это в значительной степени затрудняет правильный учет этих особенностей в системе антикризисного управления МЧС России, в том числе в НЦУКС.

Другим парадоксом является следующий:

вероятность аварии на техногенном объекте (в частном случае - транспортном) слабо зависит от соответствия объектов установленным требованиям, инструментальной оценки его технического состояния, оценки риска и т.п. Примерами этого могут служить аварии на Чернобыльской АЭС, АЭС «Фукусима», теплоходе «Александр Суворов», пароходе «Адмирал Нахимов», авиакатастрофа под Ярославлем (2011 г.), авария на Саяно-Шушенской ГЭС и т.п. Опыт экономически развитых стран также свидетельствует и о слабой зависимости количества аварий и катастроф от сроков эксплуатации транспортных объектов (в объекты со значительными сроками эксплуатации осуществляется вложение больших финансовых средств до тех пор, пока издержки не превысят доход от эксплуатации).

С учетом сказанного можно сделать вывод о том, что вышеуказанная задача носит преимущественно качественный характер, является слабо формализованной, обладает значительной неопределенностью в содержании исходных данных и процедуре их обработки, для её решения отсутствует необходимый научно-технический и инструментальный задел.

В этой связи целесообразно использование теории нечетких множеств [4,5], являющейся обобщением классической теории множеств, в том числе на случай различного рода физических, лингвистических и других неопределенностей (рис.1).

Дополнительными аргументами в поддержку предложенного аппарата являются следующие положения [6]:

Человек (в том числе менеджер, эксперт) мыслит не числами, а понятиями, мир человека – нечёткий;

при построении формальных моделей чаще всего пользуются детерминированными и стохастическими методами и тем самым вносят определенность (в т.ч. усредненную оп-

ределенность для массовых однородных случайных явлений) в те ситуации, где ее в действительности не существует;

чем сложнее система, тем меньше возможность дать точные и в то же время имеющие практическое значение суждения о ее поведении;

очень часто значительная часть информации, необходимой для формального, в том числе математического, описания сложных систем, существует в форме представлений или пожеланий экспертов.



Рис. 1 – Классификация неопределенных факторов

В работе [7] приводится следующая условная классификация нечетких задач принятия решений:

ограничения на ресурсы решения задач не позволяют получить в принципе существующую четкую информацию и вынуждают исследователей воспользоваться знаниями экспертов, которые выражаются в нечеткой словесной форме (четкая задача погружается в нечеткую среду);

имеющаяся числовая информация не позволяет найти решение формальными методами при существующих ограничениях на ресурсы, но позволяет его найти с использованием нечетких правил, формулируемых экспертами;

на раннем этапе создания сложных систем имеется ряд альтернативных вариантов, но неизвестно точно, какими именно свойствами будут обладать системы разных вариантов. Ресурсы на проработку всех вариантов отсутствуют, а опыт создателей систем выражается качественно, в виде словесного описания. Ставится задача исключения ряда вариантов на основе векторного показателя качества с нечеткими оценками значений его компонентов (задача в исходном виде погружена в нечеткую среду).

С учетом изложенного ранее очевидно, что решаемая задача в определенной степени имеет отношение ко всем перечисленным классам нечетких задач принятия решений, входящим в теорию нечетких множеств.

В общем виде нечётким множеством A , определенным на области X , является множество пар [5]:

$$A = \{(\mu_A^*(x), x)\}, \quad \forall x \in X, \quad (1)$$

где для каждого элемента $x \in X$ степень μ_A^* его принадлежности множеству A задается с помощью функции принадлежности $\mu_A(x)$, равной

$$\mu_A(x) \in [0, 1] \text{ или } \mu_A: X \rightarrow [0, 1]. \quad (2)$$

При этом μ_A^* , соответствующие какому-то числу от 0 до 1, характеризует степень, с которой элемент x принадлежит множеству A .

Теоретические и прикладные аспекты применения теории нечетких множеств изложены в многочисленных работах [5-9] и поэтому подробно рассматриваться не будут, за исключением самых общих основ и специфики аппарата применительно к решаемой задаче.

Говоря о существовании решаемой задачи можно отметить, что переход от информации в актах, предписаниях, постановлениях до уровня транспортной безопасности в субъекте РФ некорректно и практически невозможно осуществлять напрямую, без промежуточных этапов. В настоящее время такие зависимости отсутствуют и маловероятно, что они могут быть получены в ближайшее время даже при наличии обширной статистики. Очевидно, что оценка УТБ в субъекте РФ в зависимости от состояния конкретного транспортного объекта вызовет затруднения и у эксперта (известно, что достоверность экспертных оценок резко снижается при укрупнении оцениваемых процессов, объектов [9,10]). Конечно, эксперта можно принудить дать ответ на данный вопрос, но практическая ценность такого ответа будет близка к нулю.

В этой связи целесообразно определить промежуточные этапы рассматриваемой оценки.

На первом этапе необходимо осуществить переход от сведений, содержащихся в документах по проверке и надзору в различных областях – транспортной, пожарной и т.п. или от результатов оценки технического состояния, безопасности, риска, к степени соответствия объекта установленным требованиям. Результатом данной процедуры будет число от 0 до 1, характеризующее указанную степень для конкретного объекта. Т.е. в этом случае осуществляется процедура «оцифрования» сведений, содержащихся в документах.

После определения степеней соответствия нескольких объектов определенного типа (например, ж/д тоннелей), на втором этапе необходимо оценить количество объектов данного типа в субъекте РФ, соответствующих установленным требованиям. Такие данные нужно получать для всех типов транспортных объектов, показанных в таблице.

После определения количества объектов, соответствующих установленным требованиям, необходимо оценить, насколько тот или иной тип объекта влияет на безопасность вида транспорта (например, ж/д тоннели – на железнодорожный транспорт). При этом безопасность вида транспорта с учетом вышеприведенных парадоксов необходимо оценивать не с точки зрения рискованного подхода (чем меньше ж/д тоннелей, соответствующих требованиям, тем больше риск возникновения аварии на железнодорожном транспорте, тяжелее последствия такой аварии), а с точки зрения нарушения нормальной жизнедеятельности субъекта РФ по вине железнодорожного транспорта, иначе – риск нарушения нормального функционирования железнодорожного транспорта. Действительно, если найдены серьезные нарушения на конкретном ж/д тоннеле и исключена или ограничена его эксплуатация, то вероятность аварии на нём снижается. Но, в то же время, и конкретное транспортное предприятие и ряд отраслей экономики в субъекте, да и население в целом несут какие-то потери (например, транспортное

предприятие - недополученные выгоды, отрасли экономики – экономический ущерб, население – увеличение затрат на покупку предметов первой необходимости, доставляемых железнодорожным транспортом).

Таблица

Типы транспортных объектов и виды транспорта

вид транспорта			
железнодорожный	автомобильный	речной/морской (далее - водный)	авиационный
тип объекта			
ж/д тоннели	автовокзалы	СГТС	аэропорты (аэродромы)
ж/д мосты	автомобильные тоннели	водные порты	центры организации воздушного движения
ж/д перегоны	автомобильные мосты	водные вокзалы	
ж/д вокзалы (станции)			
организации, осуществляющие перевозку опасных грузов			
организации, эксплуатирующие инфраструктуру общего пользования			

Переход от количества транспортных объектов, соответствующих установленным требованиям, к риску нарушения нормального функционирования вида транспорта и будет составлять существо третьего этапа. При этом следует отметить, что данный риск должен зависеть не просто от количества различных типов объектов, соответствующих установленным требованиям, но и от сочетания данных количеств (например, по ж/д тоннелям, мостам, перегонам и вокзалам).

При наличии данных о риске нарушения нормального функционирования железнодорожного, автомобильного, авиационного и водного транспорта в субъекте РФ на четвертом этапе, возможно, оценить УТБ.

И, наконец, для того, чтобы применять выходные показатели методики в деятельности органов повседневного управления РСЧС, надзорных органов и других структур должна предусматриваться система рекомендаций, использующаяся на различных уровнях (этапах) применения методики, для различных потребителей информации.

Таким образом, переход от информации в актах, предписаниях, постановлениях до УТБ в субъекте РФ будет осуществляться в соответствии с замыслом, приведенным на рис.2.



Рис. 2 – Замысел оценки УТБ в субъекте РФ

Таким образом, в настоящей статье приведена формулировка научной задачи по разработке методики комплексной оценки уровня транспортной безопасности в субъекте РФ, обоснованы метод и замысел её решения.

В следующей статье данной серии будут приведены предпосылки и допущения, принятые при разработке рассматриваемой методики.

Литература

1. Техническое задание на выполнение работ по теме «Развитие интегрированного в систему Национального центра управления в кризисных ситуациях сегмента системы комплексного мониторинга в части критически важных объектов транспортной инфраструктуры и перевозки опасных». Приложение №1 к Государственному контракту от 17.12.2013 № 7.2.13-140.
2. Методические рекомендации по контролю технического состояния и оценке безопасности судоходных гидротехнических сооружений. М.: Росморречфлот. - 2011.
3. Гражданкин А.И. Риск - ориентированный подход в промышленной безопасности. Официальный сайт сети центров нормативно-технической документации «Техэксперт», <http://www.cntd.ru>.
4. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. М.: Мир. - 1976.
5. А. Пегат. Нечеткое моделирование и управление. М.,Изд. Бином. - 2011.
6. Борисов А.Н. и др. Принятие решений на основе нечетких моделей. Рига, Изд. Зиниате. - 1990.
7. Леоненков А.В. Нечёткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. СПб: БХВ-Петербург. - 2005.
8. Штовба С.Д. Проектирование нечётких систем средствами MATLAB. М.:Горячая линия-Тееком. - 2007.
9. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. М.: Статистика. - 1980.
10. Гохман О.Г. Экспертное оценивание. Воронеж, издательство ВГУ. - 1991.

Сведения об авторах

Дурнев Роман Александрович, заместитель начальника ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), доцент, тел. 8(499)2332562, тел. м. 8(903)2586716

Колеганов Сергей Викторович, заместитель начальника научно-исследовательского отдела ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), служебный адрес, телефон:121352, Москва, ул. Давыдовская, д.7, тел. (499)449-90-33.

УДК 614.8

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

А.А. Ястребова

**ФГБУ «РЭА» Минэнерго России
МГУ имени М.В. Ломоносова, Экономический факультет**

Проведен анализ преимуществ применения самонесущих изолированных проводов с точки зрения обеспечения реализации принципов энергоэффективности в целях предотвращения возникновения чрезвычайных ситуаций. Сделаны выводы, и даны рекомендации к применению.

Ключевые слова: техногенные аварии на воздушных линиях электропередач, чрезвычайные ситуации техногенного характера, энергоэффективные технологии в электроэнергетике, самонесущие изолированные провода (СИП).

IMPROVING ENERGY EFFICIENCY SOLUTIONS FOR PREVENTION OF EMERGENCY SITUATIONS OF TECHNOGENIC CHARACTER IN THE POWER INDUSTRY

A.A. Yastrebova

**Russian energy agency by the Ministry of energy of the Russian Federation
Lomonosov Moscow State University, Economic faculty**

The analysis of advantages of covered conductor systems utilization from energy efficiency point of view for preventing emergency situations. The conclusions and recommendations on their usage are given.

Key words: technogenic accidents on overhead power transmission lines, technogenic emergency situations, energy efficient technologies in electricity industry, self supporting covered conductors.

Состояние электросетевого хозяйства России характеризуется высокой степенью износа электросетевого оборудования и низкими темпами модернизации основных производственных фондов, в том числе электрических сетей. Применение современных проводов воздушных линий электропередач (далее – ЛЭП) позволяет решать ключевые проблемы электросетей, связанные с их низкой энергетической эффективностью.

Рассмотрение проблемы модернизации и повышения энергоэффективности электроэнергетики с точки зрения обеспечения надежности функционирования электроэнергетики и предотвращения возникновения чрезвычайных ситуаций представляется особенно актуальным в связи с наблюдаемыми в последние годы негативными последствиями неблагоприятных климатических условий (например, ледяной дождь, г. Москва). Данная проблематика в существующей отечественной и зарубежной литературе в основном рассматривается по отдельности, в данной статье данные аспекты объединены и рассматриваются вместе.

Повреждение электрических сетей является одной из наиболее распространенных причин возникновения техногенных аварий на линиях электропередач и длительных отключений. Для предотвращения чрезвычайных ситуаций и обеспечения энергетической безопасности как регионов в целом, так и отдельных потребителей необходимо ускорить обновление инфраструктуры электроэнергетической отрасли и внедрение современных энергоэффективных технологических решений и разработок.

Значительный потенциал в снижении аварийности электрических сетей имеет внедрение самонесущих изолированных проводов (далее – СИП), которые позволяют минимизировать и даже исключить повреждение электрических сетей.

СИП – тип провода, предназначенный для передачи электроэнергии в сетях напряжением до 0,6/1 кВ или до 35 кВ. СИП применяются для магистральных ЛЭП и ответвлений к жилым домам и хозяйственным пристройкам. Согласно определению ГОСТ Р 52373-2005 «Провода самонесущие изолированные и защищенные для воздушных линий электропередач», СИП представляет собой «многожильный провод для воздушных линий электропередач, содержащий изолированные жилы и несущий элемент, предназначенный для крепления или подвески провода» [1]. Еще одно определение СИП дано в «Правилах устройства электроустановок», утвержденных Приказом Минэнерго России № 187 от 20 мая 2003 г., «СИП – скрученные в жгут изолированные жилы, причем несущая жила может быть как изолированной, так и неизолированной. Механическая нагрузка может восприниматься или несущей жилой, или всеми проводниками жгута» [2]. Более подробно ключевые характеристики СИП будут рассмотрены ниже.

Внедрение СИП соответствует ключевым принципам национальных стратегий и планов развития электроэнергетической отрасли России, в том числе: Энергетической стратегии России на период до 2030 г., Государственной программы Российской Федерации «Энергоэффективность и развитие энергетики», Генеральной схемы размещения объектов электроэнергетики до 2020 г.

Энергетическая стратегия России на период до 2030 г., утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 13 ноября 2009 г. № 1715-р, в качестве приоритетных направлений развития электросетевого хозяйства определяет «выполнение работ по реконструкции и техническому перевооружению электрических сетей на основе обеспечивающих их надежное и эффективное функционирование новых электросетевых технологий и современного оборудования» [3].

В рамках Государственной программы Российской Федерации «Энергоэффективность и развитие энергетики», утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 3 апреля 2013 г. № 512-р, ставится задача по развитию и модернизации электроэнергетики, в том числе за счет следующих мероприятий: модернизации и нового строительства генерирующих мощностей и объектов, повышения доступности энергетической инфраструктуры, снижения негативного воздействия на окружающую среду.

Основная цель Подпрограммы 2. «Развитие и модернизация электроэнергетики» – инвестиционно-инновационное обновление отрасли, направленное на обеспечение высокой энергетической, экономической и экологической эффективности производства, передачи, распределения и потребления электрической энергии.

Приоритетность реализации государственных программ в сфере повышения энергоэффективности электроэнергетики обусловлена высоким физическим износом электрооборудования, использованием устаревших технологий в электросетевом комплексе, несоответствием электрооборудования современным нагрузкам, которые являются причиной возникновения чрезвычайных ситуаций, связанных с техногенными авариями. Согласно целевым индикаторам Подпрограммы 2 к 2020 г. планируется снизить потери электроэнергии в электрических сетях с 11,6 % до 8,8 %, количество аварий в сетях в год, с 124 тыс. шт. до 86,7 тыс. шт., количество аварий в генерации в год – с 4,4 шт. до 3,1 шт. (рис. 1).

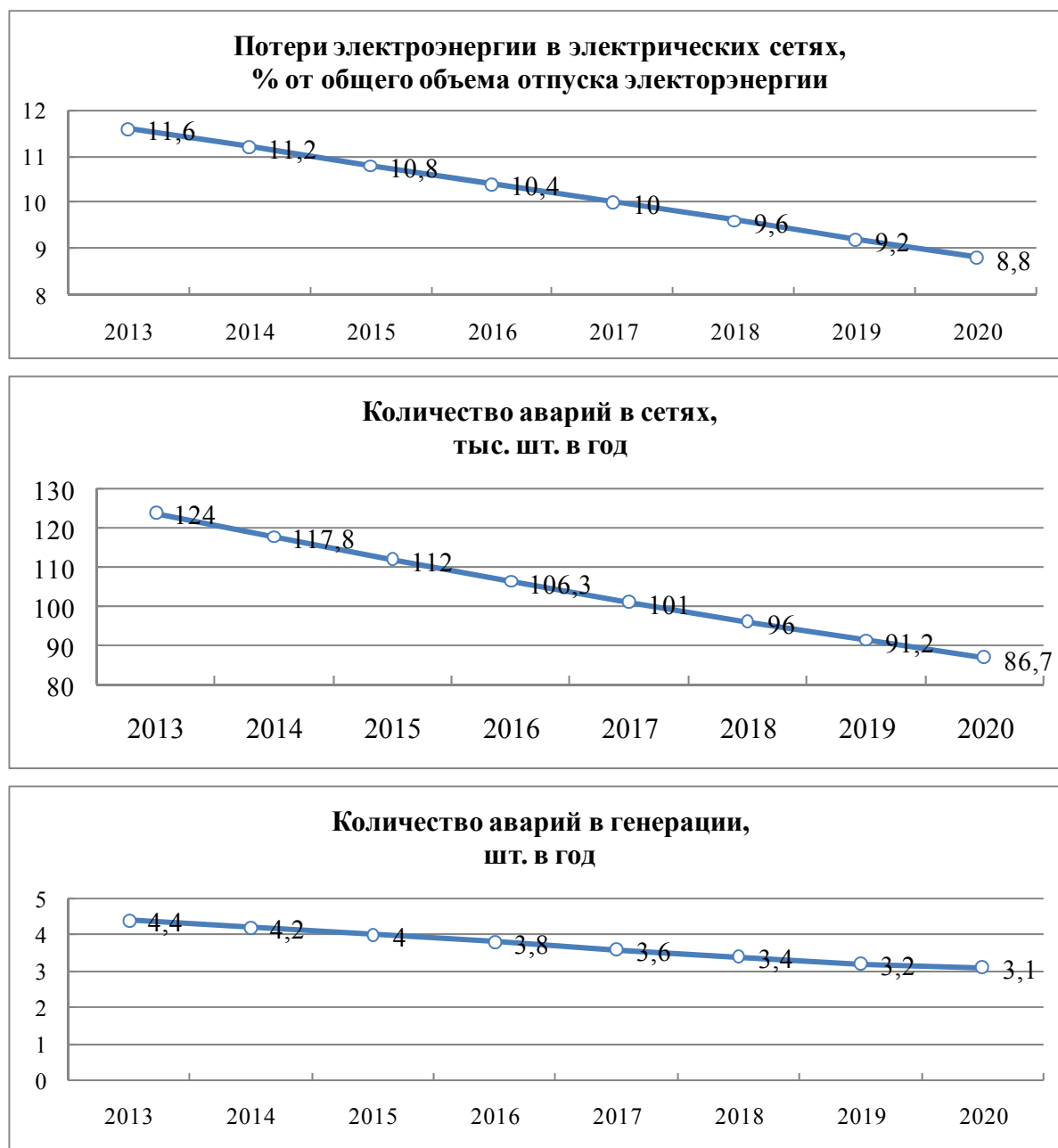


Рис. 1. Динамика ключевых целевых индикаторов

Источник – построено автором по данным [4].

Причиной большей части аварий является износ или ненадлежащее качество линий электропередач.

Согласно данным, представленным в Генеральной схеме размещения объектов электроэнергетики до 2020 г. (далее – Генеральная схема), износ основных фондов электросетевого хозяйства на сегодняшний день составляет в среднем 40,5 % [5].

В этой связи, а также в связи с прогнозируемым ростом спроса на электроэнергию к 2020 г., обновление и строительство новых объектов электроэнергетики является чрезвычайно актуальным. Увеличение спроса связывается с развитием электроемкой промышленности, транспортной инфраструктуры, сферы услуг, жилищного строительства, а также ростом экспорта электроэнергии.

В настоящее время согласно Генеральной схеме, одним из основополагающих принципов развития энергетической системы является требование защиты окружающей среды, в частности уменьшение площади земель, изъятых для строительства, а также зон, задействованных для охраны электропередач, ограничивающих хозяйственную деятельность и пребывание людей.

20 мая 2003 г. приказом Минэнерго России № 187 утверждены главы 2.4 «Воздушные линии электропередачи напряжением до 1 кВ» и 2.5 «Воздушные линии электропередачи напряжением выше 1 кВ» раздела 2 седьмого издания «Правил устройства электроустановок» (далее – Правила). В Правилах отмечается, что при прохождении воздушных линий электропередач с применением СИП вырубка просеки в лесных массивах и зеленых насаждениях не требуется. Рекомендованное расстояние от проводов до деревьев и кустов должно составлять не менее 0,3 м (1 м для неизолированных линий) [2].

С 1 июля 2006 г. в России впервые введен национальный стандарт, устанавливающий основные технические требования к СИП – ГОСТ Р52373-2005 «Провода самонесущие изолированные и защищенные для воздушных линий электропередач».

СИП является одним из основных технологических решений в области обеспечения бесперебойного электроснабжения и широко распространен в мире. Впервые внедрение СИП в России началось в конце 1980-х гг. с использованием иностранных образцов, на сегодняшний день большую часть рынка СИП занимают зарубежные производители. Российские аналоги начали появляться несколько позже.

Внедрение СИП в России началось чуть менее 10 лет назад. В национальной системе электросетевого хозяйства преобладают неизолированные (голые) алюминиевые провода. Особую актуальность применение СИП приобретает сегодня, когда в национальной энергетической политике страны первостепенное место имеют задачи повышения энергоэффективности и энергосбережения.

По итогам анализа отечественной и зарубежной литературы по проблематике СИП [6-8], сформирована табл. 1

Таблица 1

Основные характеристики систем СИП

	Система 1	Система 2	Система 3	Система 4
Напряжение	< 1 кВ	< 1 кВ	< 1 кВ	6-20кВ, 20-35кВ
Нулевой проводник (несущий элемент, жила)	Неизолированный несущий элемент	Изолированный несущий элемент	Без выделенного несущего элемента	
Число фазных проводников	>1	>1	>1	1
Отечественные марки провода	СИП-1	СИП-2, СИП-1А, СИП-2А	СИП-4, СИП-4С, СИПн-4, СИП-2АF	СИП-3, ЗАЛП, ЗАЛП-В
Зарубежные аналоги, страна производитель	АМКА (Франция)	АМКА-Т, (Франция), ТОРСАДА (Франция), AsXS, AsXSн (Польша)	NFA2X, ALUS (Швеция), AsXS, AsXSн	SAX (Финляндия), SAX-W (Финляндия), PAS (Финляндия)

Существует несколько разновидностей СИП, т.н. систем СИП, которые различаются допустимым напряжением проводов, наличием несущего элемента, однообразностью сечения проводников, наличием изоляции несущего проводника, материала изоляции. Основные системы СИП представлены на рис. 2 [9].

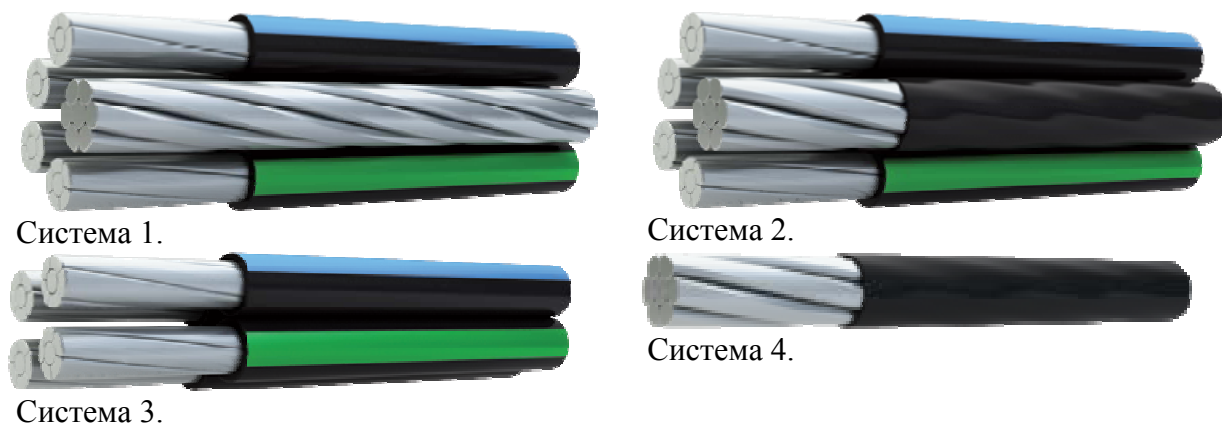


Рис 2. Основные системы СИП

Для изоляции используется светостабилизированный сшитый /сильносшитый полиэтилен, светостабилизированный термопластичный полиэтилен, полимерная композиция не распространяющая горение, атмосферостойкий светостабилизированный термопластичный полиэтилен.

Более широкое применение СИП позволит существенно повысить надежность и бесперебойность электроснабжения, снизить эксплуатационные издержки и издержки на монтаж. В табл. 2, на основании наиболее авторитетных исследований по теме СИП [6-8], автором предложена классификация преимуществ применения СИП.

Основные преимущества СИП связаны с механической прочностью проводов. Внедрение СИП, однако, также несет в себе ряд ограничений, в том числе увеличение стоимости изолированных проводов, необходимость дополнительного привлечения квалифицированных кадров при проектировании установки столбов ЛЭП с учетом типовых опор, недостаточность имеющейся нормативной документации.

Наличие данных ограничений, нивелируется в долгосрочной перспективе, когда по результатам внедрения СИП снижаются эксплуатационные и монтажные издержки, а также затраты на противодействие и борьбу с последствиями аварий на линиях электропередач. Обеспечение гарантированного электроснабжения является важнейшей задачей предотвращения возникновения техногенных аварий в электроэнергетике.

Активное внедрение энергоэффективных и инновационных технологий в электроэнергетике, таких как СИП, затруднено ограниченным финансированием данной отрасли. Для активизации процесса внедрения СИП необходимо выполнение следующих общих рекомендаций по обеспечению реализации государственных программ в сфере модернизации электроэнергетики [10]:

- совершенствование нормативно-правовой и технической базы в сфере энергоэффективности электросетевого хозяйства;

- формирование критериев сравнения различных технологий ЛЭП по уровню энергоэффективности, экономичности, экологичности, надежности и безопасности, а также систематизация технических решений с учетом уровня энергоэффективности [10].

Таблица 2

Основные преимущества СИП

Надежность и бесперебойность энергообеспечения	Снижение эксплуатационных издержек	Снижение затрат на монтаж
Снижение рисков повреждения проводов и вероятности перебоев в энергообеспечении	Снижение энергопотерь в линии вследствие уменьшения реактивного сопротивления (0,1 Ом/ км для СИП, 0,35 Ом/км для неизолированных проводов)	Возможность строительства одной линии, как питающей, так и уличного освещения
Снижение аварийности и сбоев из-за падения деревьев	Отсутствие или незначительное обрастание гололедом и мокрым снегом изолированной поверхности проводов	Возможность монтажа СИП, используя опоры других проводов (совместная подвеска с проводами низкого, высокого напряжения, линиями связи)
Исключение опасности возникновения пожаров в случае падения проводов на землю	Сокращение объемов аварийно-восстановительных работ	Снижение расходов на лесочистку
Снижение риска короткого замыкания между фазными проводами или на землю	Возможность проведения работ под напряжением благодаря изолированной проводке	Снижение расходов на арматуру в связи с большим использованием винтовых деталей, которые легче и дешевле устанавливать
Снижение несанкционированных подключений к линии, вероятности хищения электроэнергии и вандализма	Исключение систематической расчистки трасс	Упрощение монтажа благодаря отсутствию провисания
Увеличение допустимой температуры нагрева жил (при использовании в качестве изоляции сшитого полиэтилена.)	Безопасность работ вблизи ЛЭП	Возможность подключения новых абонентов под напряжением без отключения остальных от энергоснабжения
	Отсутствие риска поражения электротоком при касании фазных проводов, находящихся под напряжением	Возможность монтажа ЛЭП по фасадам зданий в условиях городской застройки
	Исключение систематической замены изоляторов	

Таким образом, государство должно стать ключевым институтом для обеспечения инновационного развития, надежности и безопасности функционирования линий электропередач. При реализации данных рекомендаций внедрение и распространение энергоэффективных технологий значительно упрощается, что даст положительный эффект при реализации мероприятий по предотвращению возникновения чрезвычайных ситуаций.

Литература

1. Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р52373-2005 «Провода самонесущие изолированные и защищенные для воздушных линий электропередачи». – Стандартинформ. – Москва. - 2005.
2. «Правила устройства электроустановок», утвержденные Приказом Минэнерго России № 187 от 20 мая 2003 г.
3. Энергетическая стратегия России на период до 2030 г., утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 13 ноября 2009 г. № 1715-р
4. Государственная программа Российской Федерации «Энергоэффективность и развитие энергетики»
5. Генеральная схема размещения объектов электроэнергетики до 2020 г.
6. «Воздушные линии электропередачи с самонесущими изолированными проводами. Справочная информация». – ООО «КЦЦС», «РЦЦС СПб», «Центр экспертиз ценообразования в строительстве и ЖКХ», ФГУП «СП-Центр». – База нормативной документации. Электронный доступ: http://www.complexdoc.ru/ntdpdf/533813/vozdushnye_linii_elektroperedachi_s_samonesushchimi_izolirovannymi_provodami.pdf
7. Covered Conductor Systems for Distribution. – J. B. Wareing. – EA Technology. – 2005 Электронный доступ: <http://stoianconstantin.files.wordpress.com/2011/08/covered-conductor-systems-for-distribution-report-number-5925.pdf>
8. «Провод СИП. Назначение». – ООО «Ростехнологии». Электронный доступ: <http://rostech.info/provod-sip-naznachenie>
9. «Каталог продукции. Самонесущие изолированные провода». – ЗАО «Людиновкакабель». Электронный доступ: <http://www.atoll.ru/catalog/samonesuwij-provod?language=ru>
10. Федоров Н.А. «Энергоэффективность в электрических сетях. Провода ЛЭП пора менять». – 2013. Электронный доступ: <http://portal-energo.ru/articles/details/id/621>

Сведения об авторе

Ястребова Анна Александровна – заместитель начальника отдела, ФГБУ «Российское энергетическое агентство» Министерства энергетики Российской Федерации; аспирант, МГУ имени М.В. Ломоносова, Экономический факультет, Москва, Ленинские Горы 1, строение 46, e-mail: yastrebovaanya@gmail.com

УДК 504.5.06; 504.54; 519.711.2.

ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СТРУКТУР

Доктор техн. наук *В.А. Минаев*

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Доктор физ.-мат. наук *Ю.В. Прус, А.Н. Попов*

Академия государственной противопожарной службы МЧС России

Доктор техн. наук *А.О. Фаддеев*

Рязанский государственный университет им. С.А. Есенина

С.А. Павлова

Академии ФСИН России

А.В. Абрамова

Дальневосточный юридический институт МВД России

Предпринята попытка постановки и решения задачи оценки безопасности и прогнозирования геодинамической устойчивости геологической среды с использованием обобщённой вероятностной модели, в явном виде учитывающей распределение тектонических разломных нарушений и других неоднородностей геологической структуры на территории.

Ключевые слова: оценка, безопасность, прогнозирование, вероятностная модель, геодинамические риски, тектонические нарушения, неоднородности геологической структуры.

SAFETY ASSESSMENT AND MODELING OF GEOLOGICAL STRUCTURES GEODYNAMIC STABILITY

Dr. (Tech.) *V.A. Minaev*

Bauman Moscow State Technical University

Dr. (Phys.-Mat.) *Y.V. Prus, A.N. Popov*

Academy of State Fire Service of Emergency Situations of Russia

Dr. (Tech.) *A.O. Faddeev*

Ryazan State University named for S. Esenin

A.V. Abramova

Far Eastern Law Institute of MIA of Russia

S.A. Pavlova

Academy of the Federal Penitentiary Service of Russia

The article attempts to formulating and solving the problem of safety assessment and predicting of geological structure geodynamic stability based on the generalized probabilistic model that takes into account the distribution in the area of tectonic fault violations and other irregularities of the geological structure.

Key words: estimating, safety, prediction, probabilistic model of geodynamic risks, tectonic faults, heterogeneity of the geological structure.

Введение

Вероятностные модели для оценки геодинамической безопасности, как показано в работах [1–3], в последнее время приобретают все большую теоретическую и практическую значимость. Подобные модели наглядно демонстрируют вероятность геодинамического риска не для какой-либо территории (региона, распределенной природно-технической системы) в целом, а характеризуют «точечно-площадную» вероятность такого риска для территорий и объектов относительно малой протяженности. Рассмотрим особенности оценки безопасности геологической среды, основанной на моделировании геодинамической устойчивости *геологических структур (ГС)*.

Вероятностная модель для оценки геодинамической устойчивости геологической структуры

Предположим, что последовательность геодинамических состояний среды некоторой достаточно протяженной ГС представляет собой поток однородных событий, который удовлетворяет условиям независимости, однородности и ординарности [1]. Обозначая через $P_k(t)$ вероятность того, что в течение некоторого промежутка времени t к процессу возникновения различных геодинамических состояний ГС будут предъявлены k требований (различных геодинамических процессов), а также учитывая, что эта вероятность не зависит ни от выбора системы отсчета, ни от предыстории ГС, мы можем построить формулы для определения вероятностей $P_k(t)$ [2, 3].

Предположим, согласно [1-3], что в некоторый момент времени t_0 ГС обладает некоторым энергетическим параметром *геодинамических процессов (ГП)* E_0 , количественно характеризующим их энергию.

Тогда **состоянием 1** назовём такое состояние ГС, при котором $\Delta E_1 = E_1 - E_0 \rightarrow 0$, то есть геосреда находится в равновесном устойчивом состоянии (E_1 – энергетический параметр ГП в ГС в момент времени t_1).

Состоянием 2 назовём состояние ГС, при котором среда находится в неустойчивом неравновесном состоянии, то есть $\Delta E_2 = E_2 - E_1 \neq 0$ (E_2 – энергетический параметр ГП в ГС в момент времени t_2).

И **состоянием 3** назовём квазиравновесное состояние ГС, при котором $\Delta E_3 = E_3 - E_1 \neq 0$, причем $\Delta E_1 < \Delta E_3 \ll \Delta E_2$ (E_3 – энергетический параметр ГП в ГС в момент времени t_3).

Указанные состояния и переходы ГС между ними графически представлены на рис. 1.

Величины α_{ij} (где $i = 1, 2, 3$; $j = 1, 2, 3$) физически отражают суммарное воздействие энергетических параметров процессов, окончание которых приводит к непосредственному переходу ГС из состояния i в состояние j (рис. 1).

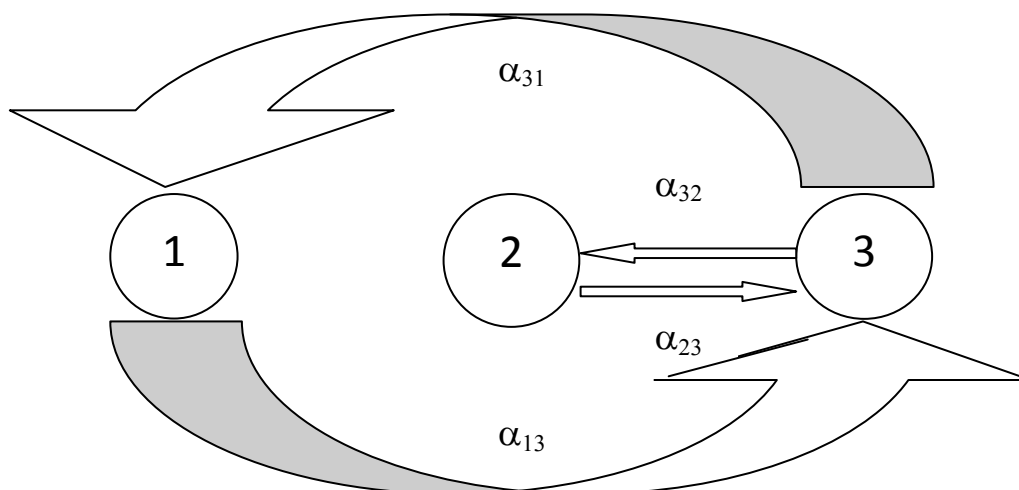


Рис. 1. Схема взаимопереходов ГС между состояниями 1, 2, 3

В таком случае изменения вероятностей $p_1(t)$, $p_2(t)$, $p_3(t)$ нахождения ГС в состояниях 1, 2, 3 будут описываться следующей системой дифференциальных уравнений Колмогорова:

$$\begin{cases} p_1'(t) = -\alpha_{13}p_1(t) + \alpha_{31}p_3(t), \\ p_2'(t) = -\alpha_{23}p_2(t) + \alpha_{32}p_3(t), \\ p_3'(t) = \alpha_{13}p_1(t) + \alpha_{23}p_2(t) - (\alpha_{31} + \alpha_{32})p_3(t). \end{cases} \quad (1)$$

Матрица коэффициентов системы (1) $\forall \alpha_{ij}$ является вырожденной, поэтому для её решения любое из её уравнений (например, третье) заменим условием нормировки, то есть условием $p_1(t) + p_2(t) + p_3(t) = 1$. Тогда система уравнений (1) переписется в виде:

$$\begin{cases} -\alpha_{13}p_1(t) + \alpha_{31}p_3(t) = p_1'(t), \\ -\alpha_{23}p_2(t) + \alpha_{32}p_3(t) = p_2'(t), \\ p_1(t) + p_2(t) + p_3(t) = 1. \end{cases} \quad (2)$$

Поскольку геодинамические процессы протекают в ГС в течение достаточно длительного времени, то имеет смысл говорить о предельном изменении вероятностей $p_i(t)$ при $t \rightarrow \infty$ [2].

В таком случае финальные вероятности состояния ГС находятся из решения системы линейных алгебраических уравнений, получаемых из дифференциальных уравнений Колмогорова. Для этой цели необходимо приравнять производные вероятностей к нулю, а вероятностные функции состояний $p_i(t)$ в правых частях уравнений Колмогорова заменить на неизвестные финальные вероятности p_i [2]:

$$\begin{cases} -\alpha_{13}p_1 + \alpha_{31}p_3 = 0, \\ -\alpha_{23}p_2 + \alpha_{32}p_3 = 0, \\ p_1 + p_2 + p_3 = 1. \end{cases} \quad (3)$$

Определитель матрицы коэффициентов системы (3) отличен от нуля $\forall \alpha_{ij}$, поэтому система уравнений (3) имеет единственное решение:

$$\begin{cases} p_1 = \frac{\alpha_{23}\alpha_{31}}{\alpha_{13}\alpha_{23} + \alpha_{13}\alpha_{32} + \alpha_{23}\alpha_{31}}, \\ p_2 = 1 - \frac{\alpha_{13} + \alpha_{31}}{\alpha_{31}} p_1, \\ p_3 = 1 - p_1 - p_2. \end{cases} \quad (4)$$

По рассчитанным таким образом вероятностям нахождения среды в работах [1–5] были построены оценочно-прогностические карты эквипотенциального распределения показателя комплексного риска ЧС геодинамического характера для различных ГС.

Существенным недостатком подобной модели, на наш взгляд, является то, что она не учитывает в явном виде геологические неоднородности ГС, например, применительно к территории Турции (рис. 2).

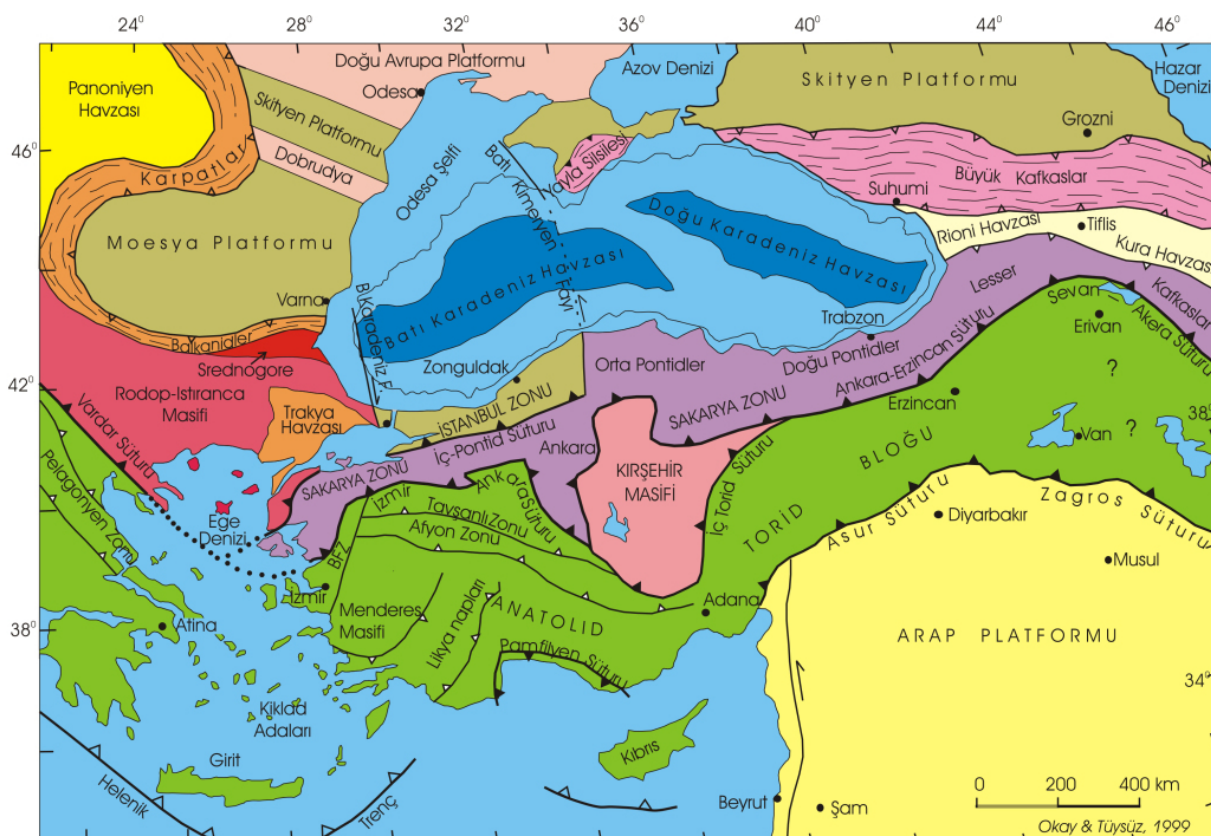


Рис. 2. Тектоническая карта территорий Турции и граничащих с ней стран

Между тем, учёт влияния таких неоднородностей, как тектонические разломные нарушения, является очень существенным при оценке геодинамической устойчивости ГС, так как не всегда аномалии гравитационного поля соответствуют существованию тектонических разломных нарушений.

Предположим, что вдоль таких тектонических разломных нарушений идет процесс переноса сейсмодинамической энергии как после произошедшего сейсмического события, так и в предшествующий ему период. Тогда особую значимость при этом будет иметь учёт мест пересечений тектонических разломов, так называемых тектонических узлов, то есть необходимо уметь определять величину сейсмической энергии, запасённой в каком-либо объёме геосреды, величину выделившейся при сейсмическом событии энергии и величину этой энергии, переданную по системе тектонических разломов. Узлы при этом играют роль специфических «клапанных механизмов», сдерживающих или пропускающих сейсмическую энергию в том или ином направлении.

Рассмотрим в этих предположениях обобщённую вероятностную модель для оценки геодинамической устойчивости среды распределённых ГС.

Разломно-узловая тектоническая модель для оценки геодинамической устойчивости геологических структур (пример)

Представим упрощённо некоторую территорию (участок ГС) в виде системы 4 узлов и соединяющих их друг с другом тектонических разломных нарушений геосреды (рис. 3).

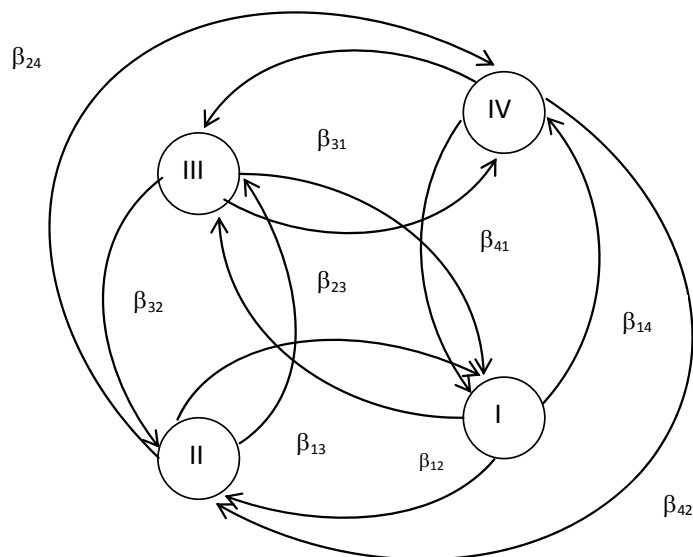


Рис. 3. Разломно-узловая тектоническая модель участка ГС

Согласно нашим модельным построениям, на первом этапе необходимо оценить вероятность события A – «передачи» сейсмодинамической энергии из узла I. Эта схема уже известна и стандартна для переходов по энергетическим состояниям 1, 2, 3, на что мы уже указывали ранее в предыдущем разделе. Передача сейсмодинамической энергии произойдёт только в том случае, если возникнет сейсмическое событие определённого энергетического класса с вероятностью p_2 , то есть $P(A) = p_2$.

Тогда, учитывая соотношения (2) и (3), мы можем достаточно легко найти выражение для определения вероятности события A :

$$P(A) = \frac{\alpha_{13}\alpha_{32}}{\alpha_{32}\alpha_{13} + \alpha_{23}(\alpha_{31} + \alpha_{13})}. \quad (5)$$

На этом этапе необходима оценка коэффициентов интенсивности процессов α_{ij} . Эти коэффициенты должны быть пронормированы, а их величины определяются на основании комплексной оценки следующих величин:

$$\alpha_{13} = E_{\rho}; \alpha_{31} = E_{\rho} - D_{E\rho}; \alpha_{32} = E_{\rho} + \dot{u}_r + \dot{u}_z; \alpha_{23} = E_{\rho} + \dot{u}_r + \dot{u}_z - S_E,$$

где $D_{E\rho}$ – величина рассеяния потенциальной энергии E_{ρ} деформируемых пород геосреды;

S_E – величина сброшенной энергии при землетрясениях;

$\dot{u}_r = \frac{2\mu u_r^2}{3}$, $\dot{u}_z = \frac{2\mu u_z^2}{3}$ – соответственно обобщённые (переведённые в энергетические единицы) значения горизонтальных u_r и вертикальных u_z смещений в геологической среде.

На втором этапе проводится оценка вероятности события B – возможности «передачи» сейсмодетонационной энергии из области I в смежные с ней области, например, в области II, III, IV.

Итак, допустим, что для каждой из указанных областей известны вероятности «передачи» энергии, рассчитываемые по формулам вида:

$$P^{(k)}(A) = \frac{\alpha_{13}^{(k)} \alpha_{32}^{(k)}}{\alpha_{32}^{(k)} \alpha_{13}^{(k)} + \alpha_{23}^{(k)} (\alpha_{31}^{(k)} + \alpha_{13}^{(k)})}, \quad (6)$$

где $k = 1, \dots, 4$.

Тогда взаимодействия для данных областей будут описываться следующей системой уравнений:

$$\begin{cases} p_1'(t) = \beta_{31}p_3(t) + \beta_{21}p_2(t) + \beta_{41}p_4(t) - (\beta_{13} + \beta_{12} + \beta_{14})p_1(t), \\ p_2'(t) = \beta_{12}p_1(t) + \beta_{32}p_3(t) + \beta_{42}p_4(t) - (\beta_{21} + \beta_{23} + \beta_{24})p_2(t), \\ p_3'(t) = \beta_{13}p_1(t) + \beta_{23}p_2(t) + \beta_{43}p_4(t) - (\beta_{31} + \beta_{32} + \beta_{34})p_3(t), \\ p_4'(t) = \beta_{14}p_1(t) + \beta_{24}p_2(t) + \beta_{34}p_3(t) - (\beta_{41} + \beta_{42} + \beta_{43})p_4(t), \\ p_1(t) + p_2(t) + p_3(t) + p_4(t) = 1. \end{cases} \quad (7)$$

Обозначая через $\gamma_1 = \beta_{13} + \beta_{12} + \beta_{14}$; $\gamma_2 = \beta_{21} + \beta_{23} + \beta_{24}$; $\gamma_3 = \beta_{31} + \beta_{32} + \beta_{34}$; $\gamma_4 = \beta_{41} + \beta_{42} + \beta_{43}$ и отбрасывая одно из уравнений системы (7), придём к следующей системе алгебраических уравнений:

$$\begin{cases} -\gamma_1 p_1 + \beta_{21}p_2 + \beta_{31}p_3 + \beta_{41}p_4 = 0, \\ \beta_{12}p_1 - \gamma_2 p_2 + \beta_{32}p_3 + \beta_{42}p_4 = 0, \\ \beta_{13}p_1 + \beta_{23}p_2 - \gamma_3 p_3 + \beta_{43}p_4 = 0, \\ p_1 + p_2 + p_3 + p_4 = 1. \end{cases} \quad (8)$$

Разрешая эту систему относительно неизвестных вероятностей, получим следующие расчётные формулы для этих вероятностей:

$$\left\{ \begin{array}{l} p_1 = \frac{\varepsilon_1 \delta_{22} - \delta_{12} \varepsilon_2}{\delta_{11} \delta_{22} - \delta_{12} \delta_{21}}, \\ p_2 = \frac{\varepsilon_2}{\delta_{22}} - \frac{\delta_{21}}{\delta_{22}} p_1, \\ p_3 = \frac{\beta_{43}}{\gamma_3 + \beta_{43}} - \frac{\beta_{43} - \beta_{13}}{\gamma_3 + \beta_{43}} p_1 - \frac{\beta_{43} - \beta_{23}}{\gamma_3 + \beta_{43}} p_2, \\ p_4 = 1 - p_1 - p_2 - p_3, \end{array} \right. \quad (9)$$

или в более развёрнутом виде для вероятностей p_2, p_3, p_4 :

$$\begin{aligned} p_2 &= \frac{\varepsilon_2}{\delta_{22}} - \frac{\delta_{21}}{\delta_{22}} \cdot \frac{\varepsilon_1 \delta_{22} - \delta_{12} \varepsilon_2}{\delta_{11} \delta_{22} - \delta_{12} \delta_{21}}, \\ p_3 &= \frac{\beta_{43}}{\gamma_3 + \beta_{43}} - \frac{\beta_{43} - \beta_{13}}{\gamma_3 + \beta_{43}} \cdot \frac{\varepsilon_1 \delta_{22} - \delta_{12} \varepsilon_2}{\delta_{11} \delta_{22} - \delta_{12} \delta_{21}} - \frac{\beta_{43} - \beta_{23}}{(\gamma_3 + \beta_{43}) \delta_{22}} \left(\varepsilon_2 - \delta_{21} \cdot \frac{\varepsilon_1 \delta_{22} - \delta_{12} \varepsilon_2}{\delta_{11} \delta_{22} - \delta_{12} \delta_{21}} \right), \\ p_4 &= 1 - \frac{\varepsilon_2}{\delta_{22}} - \frac{\beta_{43}}{\gamma_3 + \beta_{43}} - \frac{\varepsilon_1 \delta_{22} - \delta_{12} \varepsilon_2}{\delta_{11} \delta_{22} - \delta_{12} \delta_{21}} \left(1 - \frac{\delta_{21}}{\delta_{22}} - \frac{\beta_{43} - \beta_{13}}{\gamma_3 + \beta_{43}} \right) + \frac{\beta_{43} - \beta_{23}}{(\gamma_3 + \beta_{43}) \delta_{22}} \times \\ &\quad \times \left(\varepsilon_2 - \delta_{21} \cdot \frac{\varepsilon_1 \delta_{22} - \delta_{12} \varepsilon_2}{\delta_{11} \delta_{22} - \delta_{12} \delta_{21}} \right), \end{aligned}$$

где

$$\begin{aligned} \delta_{11} &= \gamma_1 + \beta_{41} - \frac{(\beta_{41} - \beta_{31})(\beta_{43} - \beta_{13})}{\gamma_3 + \beta_{43}}; & \delta_{12} &= \beta_{41} - \beta_{21} - \frac{(\beta_{41} - \beta_{31})(\beta_{43} - \beta_{23})}{\gamma_3 + \beta_{43}}; \\ \delta_{21} &= \beta_{42} - \beta_{12} - \frac{(\beta_{42} - \beta_{32})(\beta_{43} - \beta_{13})}{\gamma_3 + \beta_{43}}; & \delta_{22} &= \gamma_2 + \beta_{42} - \frac{(\beta_{42} - \beta_{32})(\beta_{43} - \beta_{23})}{\gamma_3 + \beta_{43}}; \\ \varepsilon_1 &= \beta_{41} - \frac{(\beta_{41} - \beta_{31})\beta_{43}}{\gamma_3 + \beta_{43}}; & \varepsilon_2 &= \beta_{42} - \frac{(\beta_{42} - \beta_{32})\beta_{43}}{\gamma_3 + \beta_{43}}. \end{aligned}$$

Коэффициенты β_{ij} представляют собой вероятности «передачи» сейсмореформационной энергии из области i в область j , то есть величины, рассчитываемые по соотношению (6). Описанная схема позволяет, по нашему мнению, установить вероятностную траекторию движения сейсмореформационной энергии (её миграции) в геосреде вдоль тектонических разломных нарушений.

Результаты использования обобщенной вероятностной модели

В первую очередь, рассмотрим результаты, полученные по обобщенной вероятностной модели для региона, в пределах которого предполагается строительство АЭС около города Гюльнар в Турции (г. Гюльнар обозначен на карте-схеме окружностью желтого цвета с шестью исходящими лучами) (рис. 4).

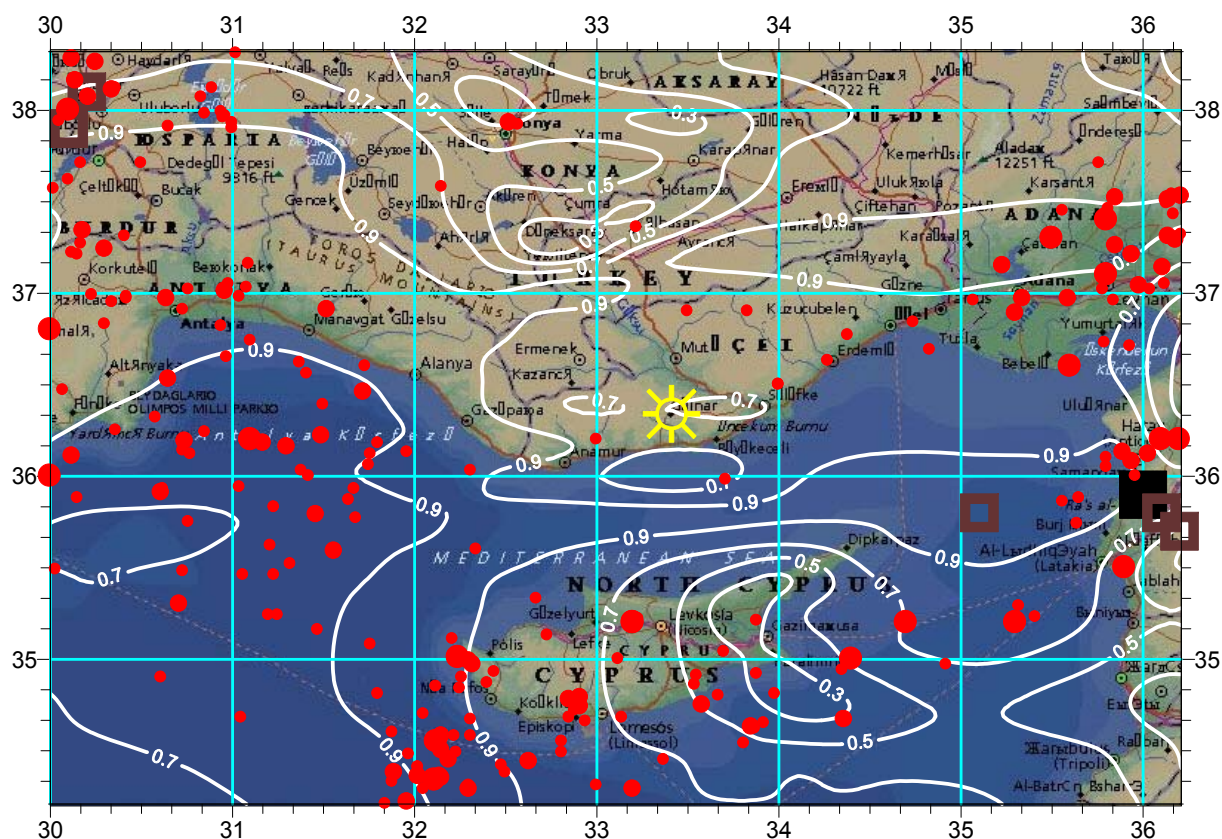


Рис. 4. Карта-схема эквипотенциального распределения вероятностного геодинамического риска для региона предполагаемого размещения АЭС «Аккую»

Области геодинамического риска оконтурены изолиниями в диапазоне от 0.1 до 0.9 с шагом значений 0.2. Кружками красного цвета обозначены эпицентры уже произошедших за период времени с 528 г. по май 2010 г. в этом регионе землетрясений с магнитудами от 4 до 7 (всего 232 сейсмических события).

Незакрашенными квадратами указаны эпицентры пяти исторических высокоэнергетических землетрясений, произошедших 13.12.1115 (координаты 35.°8 с.ш., 35.°1 в.д., магнитуда $M = 7.5$); 13.02.1404 (35.°7 с.ш., 36.°2 в.д., $M = 7.0$); 30.12.1408 (35.°8 с.ш., 36.°1 в.д., $M = 7.5$); 04.05.1875 (38.°1 с.ш., 30.°2 в.д., $M = 7.3$); 03.10.1914 (37.°9 с.ш., 30.°1 в.д., $M = 7.1$).

Черным закрашенным квадратом обозначен эпицентр катастрофического землетрясения 08.04.859 (35.°9 с.ш., 36.°0 в.д., $M = 8.0$).

Как видно на рис. 4, пространственное распределение вероятностного геодинамического риска достаточно значимо согласуется с распределением выделившейся сейсмической энергии в рассматриваемом регионе, что свидетельствует об адекватности математической модели, использованной для количественной оценки указанного риска. В окрестности г. Гюльнар (места предполагаемого строительства АЭС «Аккую») геодинамическая ситуация потенциально-опасная (вероятность возникновения опасных геодинамических процессов порядка 0,7).

Подобная модель была нами применена и к исследованию ГС, включающей территорию Эквадора и части территорий сопредельных с ним стран (рис. 5).

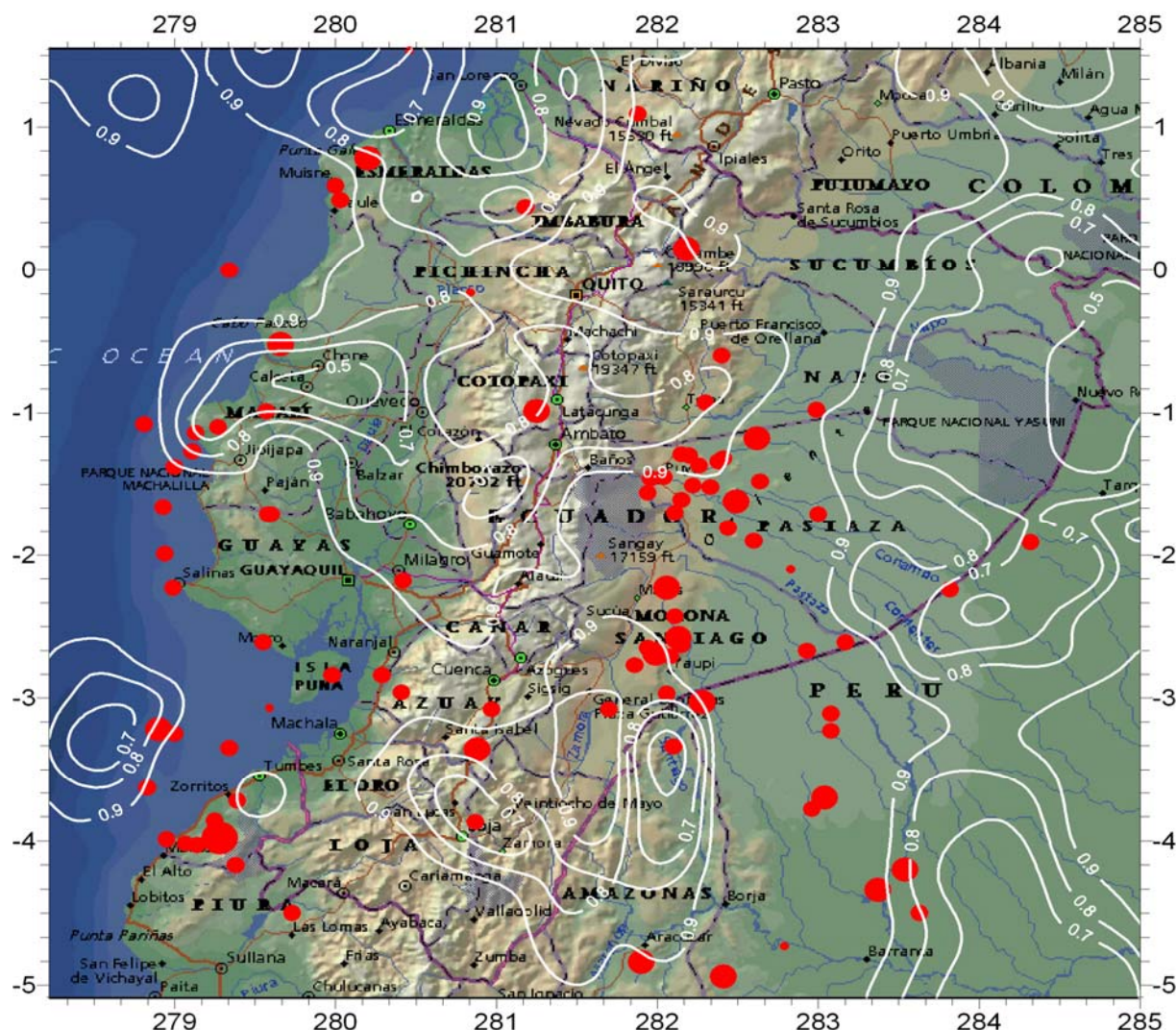


Рис. 5. Карта эквипотенциального распределения вероятностного геодинамического риска для территории Эквадора и граничащих с ним стран с эпицентрами произошедших за период 1970-2011 гг. землетрясений

Области, оконтуренные на рис. 5 изолиниями со значением вероятности 0.5, определены как зоны латентно-потенциального риска; 0.7 – зоны умеренного риска; 0.8 – зоны повышенного риска; 0.9 – зоны чрезвычайной опасности.

Эта карта, с нанесенными на неё эпицентрами землетрясений, также наглядно демонстрирует эффективность и работоспособность обобщенной математической модели: эпицентры произошедших землетрясений «легли» как раз на те участки территории, которые определены по модели как наиболее опасные в геодинамическом отношении.

Еще раз подчеркнем, что карты, подобные представленным на рис. 4 и 5, отражают не интегральную вероятность сейсмического риска для всего региона в целом, а «точечно-площадную» вероятность проявления сейсмических событий. Размеры таких «точечных» площадок зависят от линейной протяженности исследуемой территории, сводясь к территориям порядка нескольких квадратных километров или даже сотен метров.

Заключение

Невзирая на колоссальные усилия, предпринимаемые исследователями во всем мире, точный временной прогноз землетрясений и, в особенности, катастрофических землетрясений, на сегодняшний день пока остается тайной «за семью печатями», поскольку динамика опасных природных явлений до сих пор не укладывалась в «прокрустово ложе» современной прикладной математики.

Полагаем, что небольшим вкладом в решение этой актуальнейшей проблемы является предложенная обобщённая вероятностная модель для оценки безопасности и геодинамической устойчивости ГС, позволяющая учитывать в явном виде распределение тектонических разломных нарушений и других неоднородностей геологической среды на исследуемой территории.

Дальнейшее развитие модели позволит, по нашему мнению, установить вероятностную траекторию миграции сейсмодинамической энергии, что является весьма значимым в прогностическом смысле результатом.

Литература

1. Минаев В.А., Фаддеев А.О. Оценки геоэкологических рисков. Моделирование безопасности туристско-рекреационных территорий. М.: Финансы и статистика, изд. дом ИНФРА-М. - 2009. 370 с.
2. Фаддеев А.О., Данилов Р.М. Геодинамическая безопасность ландшафтно-территориальных комплексов / Под ред. В.А. Минаева. Монография. Хабаровск. - 2010. 169 с.
3. Минаев В.А., Фаддеев А.О. Моделирование геоэкологического риска // Спецтехника и связь. - 2009. № 2. С. 24-30.
4. Минаев В.А., Фаддеев А.О., Данилов Р.М. Математическое моделирование рисков геодинамического происхождения // Спецтехника и связь. - 2011. № 1. С. 48-52.
5. Минаев В.А., Фаддеев А.О. Геоэкологические риски рекреационных зон в Байкальском регионе // Мир и безопасность. № 3. 2007. С. 35-42.

Сведения об авторах

Минаев Владимир Александрович, - профессор, ведущий научный сотрудник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана, mlva@yandex.ru

Прус Юрий Витальевич, - профессор, начальник научно-образовательного комплекса организационно-управленческих проблем Академии государственной противопожарной службы МЧС России, prus.yurii@gmail.com

Попов Алексей Николаевич, - помощник начальника по безопасности Академии государственной противопожарной службы МЧС России prus.yurii@gmail.com

Фаддеев Александр Олегович, доцент, профессор Рязанского государственного университета им. С.А. Есенина, fao1@mail.ru

Павлова Светлана Анатольевна, преподаватель Академии ФСИН России, pavlovhome23@rambler.ru

Абрамова Александра Викторовна, преподаватель Дальневосточного юридического института МВД России, bastxxx@mail.ru

УДК 331.45

КОНТРОЛЬ АТТЕСТАЦИИ ПЕРСОНАЛА НА ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ

Кандидат техн. наук *В.А. Ульянов*

Академия комплексной безопасности МГУПС (МИИТ)

Рассмотрены обеспечение безопасности труда персонала на производстве, причины производственного травматизма, предложена автоматизированная система контроля аттестации персонала на производстве.

Ключевые слова: система контроля, единая система учёта аттестованных специалистов, универсальное удостоверение (карта допуска), охрана труда, экологическая, пожарная и промышленная безопасность.

MONITORING OF THE PERSONNEL CERTIFICATION ON DANGEROUS OBJECTS

Ph. D (Tech) *V.A. Ulyanov*

Academy of complex security MGUPS (MIIT)

Ensuring the safety of personnel in the workplace, the causes of occupational injuries, and the automated control system for the certification of personnel in the workplace.

Key words: control system, unified accounting system of qualified specialists, universal identity (keycard), health, environmental, fire and industrial safety.

Вопросы совершенствования системы контроля периодичности аттестации специалистов и рабочих организаций, эксплуатирующих объекты повышенной опасности, в том числе и опасные производственные объекты, были вынесены ранее автором этой статьи в порядке обсуждения [1] и вызвали определённый резонанс.

Несмотря на некоторое снижение количества случаев производственного травматизма, положение с обеспечением безопасности труда персонала, эксплуатирующего опасные производственные объекты и объекты повышенной опасности, нельзя признать удовлетворительным.

Как показывает анализ, большинство случаев производственного травматизма являются результатом неудовлетворительной организации производства работ, отсутствием контроля безопасного их проведения, нарушением технологических процессов, недостаточным уровнем знаний требований безопасности, низкой трудовой и производственной дисциплиной.

Наличие на производстве персонала, не владеющего знаниями требований безопасного производства работ и основными принципами охраны труда, является потенциальным источником, так называемой, «антропогенной опасности» (человеческий фактор).

Нормативно-технические документы в области охраны труда и правила безопасности в достаточной мере регламентируют требования к безопасному производству работ. Наличие на производстве не аттестованного персонала (инженерно-технических работников, а также рабочих основных профессий) является нарушением требований нормативно-правовых актов и, как следствие, является основанием для применения

административного наказания к руководителям предприятий, или значительных денежных штрафов.

По данным статистики, на предприятиях РФ ежегодно погибает более 4 тыс. чел. [2]. Мировая статистика показывает, что по организационным причинам, т.е. обусловленным неадекватными (опасными) действиями работников, ежегодно происходит примерно 80% несчастных случаев, по ряду других источников известно, что из-за неправильных действий человека происходит от 30 до 80% несчастных случаев; по экспертным оценкам на долю ошибок людей, деятельность которых непосредственно связана с повышенным риском, приходится около 90% произошедших трагедий, а приблизительно 10%, - на долю научных, конструкторских, инженерных и управленческих ошибок [3,4]. Следовательно, самым слабым звеном в организационно-исполнительской цепи производственного процесса является человек и его действия или бездействие (так называемый человеческий фактор) [3]. Существует объективная потребность в разработке и реализации новых и усовершенствовании существующих организационных и технических мероприятий, направленных на достижение стабильного уровня безопасности труда персонала и в целом - на повышение уровня безопасности производства. Основную роль при этом играет обучение персонала и контроль его своевременной подготовки и аттестации.

Снижение случаев производственного травматизма в большей степени связано с сокращением рабочих на производстве. Следует учитывать и фактор присутствия на производстве мигрантов - значительного количества рабочих, занятых на объектах строительства: стропальщиков, крановщиков, грузчиков, непосредственно связанных с эксплуатацией технических устройств, которые, согласно требованиям нормативных документов, обязаны проходить аттестацию по правилам безопасного производства работ 1 раз в 12 месяцев [5]. Актуальным является вопрос: соблюдается ли периодичность проверки знаний и контроль подготовки персонала перед аттестацией?

Известны способы автоматизированной подготовки и аттестации работников по безопасности производства, автоматизированные процедуры контроля знаний для аттестации, а также автоматические контрольно-пропускные пункты для допуска работников на производство.

Недостатком указанных технических решений является то, что они не учитывают уровень подготовки персонала и сроки прохождения последней или предстоящей аттестации, а требуют только наличие пропуска. Следовательно, такие решения не могут на достаточном уровне обеспечить безопасность производства.

Разработанная автором полезная модель «Автоматизированная система контроля периодической аттестации персонала на производстве» (далее – АСК) направлена на устранение вышеуказанных недостатков.

Технический результат заключается в создании АСК, обеспечивающей повышенный уровень производственной безопасности, в частности, при работе с объектами повышенной опасности, опасными производственными объектами, а также техническими устройствами, обладающими признаками опасности.

Указанный технический результат обеспечивается тем, что предложенная АСК содержит индивидуальный носитель информации, устройство считывания информации с указанного носителя, блок обработки информации, средство выполнения команды, поступающей из блока обработки информации и блок хранения информации. Блок хранения информации дополнительно содержит модуль хранения информации о сроках и результатах аттестации, индивидуальный носитель информации содержит сведения о сроках и результатах аттестации конкретного лица. Блок обработки информации позволяет анализировать информацию, размещенную на индивидуальном носителе и её сопоставление с информацией, находящейся в модуле хранения; средство выполнения команды, поступающей из блока обработки информации, выполнено в виде запорного механизма, пре-

доставляющего или запрещающего проход лица на контролируемую территорию посредством открывания или удержания в закрытом состоянии соответствующего запорного механизма.

Система может дополнительно содержать средство визуализации информации в виде монитора, выполненное с возможностью вывода информации о результатах проверки наличия или отсутствия допуска у конкретного лица для прохода на контролируемую территорию, либо информации о приближающихся сроках переаттестации конкретного лица.

Блок обработки информации может быть выполнен с возможностью передачи на удаленный компьютер сведений об окончании сроков действия аттестации или приближении сроков переаттестации конкретного лица.

Индивидуальный носитель информации выполнен в виде пластиковой карты, на которую нанесена информация о дате прохождения последней аттестации и окончании срока её действия.

Составляющие системы могут меняться, так техническое устройство может быть выбрано из группы, включающей грузоподъемные механизмы, оборудование, работающее под давлением и другие устройства, обладающие признаками опасности.

Система может дополнительно содержать средство визуализации информации в виде монитора, выполненное с возможностью вывода информации о результатах проверки наличия или отсутствия допуска у конкретного лица к работе на указанном техническом устройстве, либо информации о приближающихся сроках переаттестации конкретного лица.

Блок обработки информации может быть выполнен с возможностью передачи на удаленный компьютер сведений об окончании сроков действия аттестации или приближении сроков переаттестации лица.

Индивидуальный носитель информации может быть выполнен в виде пластиковой карты, на которую нанесена информация о дате прохождения последней аттестации и окончании срока её действия.

Указанный технический результат достигается также тем, что предложенная АСК состоит из двух самостоятельных подсистем.

В качестве первой может быть использована подсистема, обеспечивающая контроль за получением допуска по меньшей мере одного лица на контролируемую территорию.

В качестве второй может быть использована подсистема, обеспечивающая контроль получения допуска сотрудников к объектам повышенной опасности, опасным производственным объектам, а также устройствам, обладающим признаками опасности.

Модуль хранения информации выполнен с возможностью регулярного обновления хранящейся в нём информации, например, о сроках аттестации/переаттестации, персональной информации о результатах последней аттестации, перечне лиц, имеющих на указанную дату допуск на контролируемую территорию или к производственным объектам, представляющим повышенную опасность и т.п.

Индивидуальный носитель информации выполнен с возможностью регулярного, а также внеочередного обновления и корректировки хранящейся в нём информации, например, о результатах последней аттестации/переаттестации, сроках ближайшей аттестации/переаттестации, а также перечень зон и/или производственных объектов (машин, оборудования и т. п.), к которым имеет допуск конкретное лицо.

Кроме того, указанный индивидуальный носитель может содержать любую другую информацию, в том числе персональную информацию о лице, которому он передан во временное пользование. Эта информация может быть использована не только для обеспечения целей безопасности на производстве, но и по другому назначению.

На рис. 1 показана принципиальная схема действия АСК.

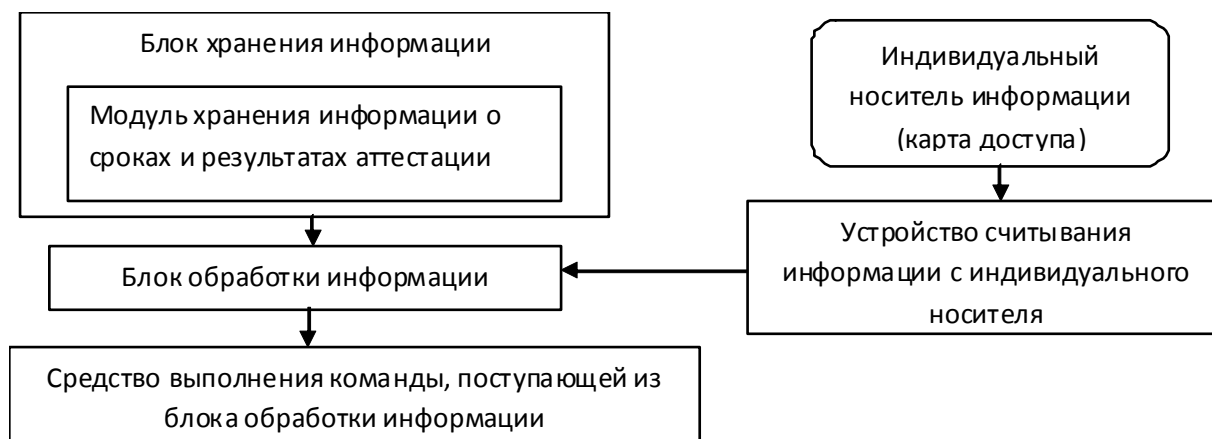


Рис. 1. Принципиальная схема действия автоматизированной системы контроля аттестации персонала на производстве

Ниже описан принцип функционирования разработанной системы, а также отдельных её блоков.

Достижение технического результата АСК достигается на двух уровнях:

I уровень – допуск персонала на объект повышенной опасности с соблюдением требований законодательных и нормативно-технических документов, регламентирующих безопасное производство работ, для чего предлагается применение универсальных электронных удостоверений или карт допуска.

Сведения об аттестации в необходимых областях, связанных с производственной деятельностью персонала предприятия вносятся в программу учёта аттестованных специалистов и рабочих (аналог - программа NAMC) из карты учёта аттестации специалиста (рабочего) (табл. 1).

Таблица 1

Карта учёта аттестации специалиста (рабочего)

Название предприятия		ОАО «Синтез»		
Фамилия				
Имя				
Отчество				
Подразделение предприятия				
Должность (специалист)				
Профессия (рабочий)				
Области аттестации		Фактическая дата прохождения аттестации	Срок действия аттестации	Контрольный срок, вносимый на карту допуска*
Охрана труда				
Правила технической эксплуатации железных дорог РФ		05.07. 2012	05.07.2014	05.05.2014
Промышленная безопасность		01.06. 2011	01.06.2016	01.03. 2016
В	Экологическая безопасность	07.08.2013	07.08.2016	07.05.2016
Г	Энергетическая безопасность			
Пожарная безопасность		03.04.2013	03.04.2015	03.01.2015

* меньше фактического срока действия аттестации на 2-3 месяца (устанавливается для контроля соблюдения срока периодической аттестации)

Сведения о прохождении аттестации персонала передаются предприятию-изготовителю пластиковых карт для нанесения информации на карту допуска с личными данными владельца карты. Карты допуска могут изготавливаться в виде: магнитных карт (HiCo – высококоэрцитивные), контактных смарт-карт, карт Wiegand или Proximity-карт и др. Программа учёта аттестованных специалистов и рабочих предприятия должна быть взаимосвязана с пропускной системой предприятия (считывающее устройство на проходной предприятия методом сопоставления данных на индивидуальной карте допуска и данных в базе программы учёта аттестованных специалистов и рабочих предприятия позволит пропускать на территорию предприятия только аттестованный персонал). Это решение основной проблемы – отказ в допуске к работе не аттестованного персонала. В общем виде порядок пропуска (допуска) персонала на контролируруемую территорию представлен в виде блок – схемы (рис. 2).



Рис. 2. Блок-схема пропуска (допуска) специалистов и рабочих на объект повышенной опасности

Для контроля соблюдения сроков периодической аттестации в программе учёта аттестованных специалистов и рабочих предприятия устанавливается ограничение по времени окончания срока действия аттестации - за 2-3 месяца до фактического окончания срока её действия, чтобы работники службы управления персоналом предприятия могли своевременно направить персонал на периодическую аттестацию и, таким образом, предотвратить нарушения в части соблюдения сроков периодичности аттестации. Корректировка нанесённых данных и сроков действия новых карт допуска работниками службы управления персоналом в принципе невозможна, так как программа нанесения информации будет находиться у предприятия - изготовителя пластиковых карт допуска. Т.е. принципиально будет решена проблема защиты карт допуска от внешнего вмешательства.

II уровень – допуск персонала к эксплуатации технического устройства, применяемого на объекте повышенной опасности (грузоподъемные механизмы, оборудование, работающее под давлением и т.д.). Для этой цели на карту допуска добавляется информация о допуске конкретного работника к эксплуатации конкретного технического устройства (соответственно прошедшего I уровень контроля) (см. рис. 3)

На техническое устройство повышенной опасности устанавливается считывающее устройство (валидатор, электронный чип), которое посредством сопоставления данных, позволяет работать на этом устройстве конкретному работнику.

Для защиты от возможности передачи карты допуска другому лицу (не аттестованному, не имеющему право производства работ и т.д.) на карту допуска могут быть нанесены биометрические данные владельца карты допуска.

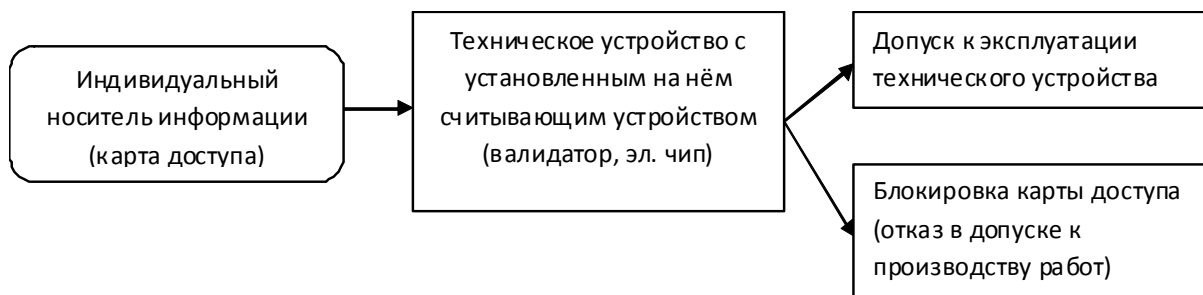


Рис. 3. Блок-схема процедуры получения допуска работника к эксплуатации конкретного технического устройства

На разработанную полезную модель «Автоматизированная система контроля аттестации персонала на производстве» получен патент № 126176, выданный Федеральной службой по интеллектуальной собственности (РОСПАТЕНТ). Приоритет полезной модели 30.08.2012 г.

Литература

1. Ульянов В.А. Совершенствование системы контроля за периодичностью подготовки и аттестации персонала // Безопасность труда в промышленности. – 2011. - № 9. – С. 48-50.
2. Россия в цифрах. 2012: Крат. стат. сб. // Росстат – М. - 2012. – 573 с. (С. 115).
3. Романчук А.А. Системный менеджмент охраны труда на предприятии. Модели управления. Информационное пособие. Ч. 1.// Ильичевск – 2010. – С. 7,8,56,59-60,67,70,77,78,80.
4. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие // под ред. Ш.А. Халилова. - М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М. - 2012. – 576 с. (С. 3-20, 389-400, 484-499).
5. РД-03-20-2007 «О порядке подготовки и аттестации работников организаций, поднадзорных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору». – М.: ЗАО НТЦ ПБ – 2013.

Сведения об авторе

Ульянов Владимир Андреевич, - заместитель директора Академии комплексной безопасности МГУПС (МИИТ), 127994, г. Москва, ул. Образцова, д.9, стр.9, тел.: раб. (495)684-21-50, моб. (916) 502-17-82, E-mail: wlad0909@ya.

УДК 621.396

ПЛАНИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ГЕОМЕТРИИ РАЗМЕЩЕНИЯ ПАНЕЛЕЙ РАДИОТЕЛЕСКОПА

Доктор техн. наук *М.Н. Петров, М.С. Акишев*

СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Разворачивание коммерческого радиотелескопа, имея не только ограниченный бюджет, но и ограниченную площадь размещения со своими особенностями заставляет разработчиков оптимизировать размещение панелей для повышения надёжности обработки информации. Высокое качество приёма сигналов позволит повысить безопасность полётов космонавтов.

Ключевые слова: геометрия размещения, радиотелескоп, оптимизация, панели, надёжность обработки информации, проблемы приёма, метеориты, безопасность полётов, космос.

PLANNING AND OPTIMIZATION OF GEOMETRY OF PLACEMENT OF PANELS OF THE RADIO TELESCOPE

Dr. (Tech.) *M.N. Petrov, M.S. Akishev*

THE SIBERIAN STATE SPACE UNIVERSITY

Deployment of a commercial radio telescope, having not only with the features placement of panels for increase of reliability of information processing forces developers to optimize the limited budget, but also the limited area of placement. High quality of reception of signals will allow increasing, safety of flights of astronauts.

Key words: placement geometry, radio telescope, optimization, panels, reliability of information processing, reception problem, meteorites, safety of flights, space.

Развёртывание элементов радиотелескопа Manchester University Student Telescope (MUST) [1] на определённом, строго ограниченном участке является задачей данной работы. Рассматривается два предложенных участка размещения на территории обсерватории Джодрелл Бэнк: поле близ телескопа Mark II и открытое поле возле Ботанического сада. Каждый участок обладает своими выгодами и ограничениями. Цель данной статьи состоит в детальном изучении этих зон размещения, предложить оптимальную геометрию размещения элементов радиотелескопа из уже имеющихся результатов.

Изучение участка

Оба рассматриваемых участка располагаются непосредственно вблизи 72 метрах в диаметре телескопа Лоувелл (рис. 1а), в местности Джодрелл Бэнк, которое находится достаточно далеко от источников Радиочастотной интерференции (РЧИ) [2]. Однако телевизионные сигналы, излучаемые из ближайших **малых населённых пунктов** попадают в УВЧ диапазон, в котором работает радиотелескоп MUST. Так как, главным образом радиотелескоп, будет иметь возможность наводиться механически от зенита к горизонту в направлении юг, то в радиусе 40 км южнее находятся такие города, как Хоумс

Чапел(Holmes Chapel), Конглтон(Congleton), Крю(Crewe) и Сток на Тренте(Stock-on-Trent) [3], которые могут вызвать РЧИ и будут далее учтены при строительстве.

Участки (рис. 2а) выделены для развёртывания телескопа MUST. Как видно, они имеют строгие границы, а конструкция элементов телескопа, панелей [4], специально обособлены под форму этих участков. Преимуществом Участка 1 площадью около 9100 м² является близость расположения к инфраструктуре: хозяйственным помещением, путям электрических кабелей, и конечно к центру управления SKA [2]. Участок земли, выделенный пунктиром это зона затеняемая деревьями с южной стороны. Меньший площадью в 5400 м². Участок 2 расположенный возле ботанического сада, не имеет затенения и почти чистый горизонт в южном направлении. Проблема затенения (заслонения).

Изучение пульсаров находящиеся в центре галактики с территории Великобритании делает необходимым направлять панели MUST южнее зенита. Минимальным углом наклона по спецификациям остаётся 10⁰ от горизонта, в положении панелей которых вызывает затененные участки, которые необходимо учитывать. Учёт внешних заслоняющих предметов, как лес и 30 метров в высоту телескоп Марк II (Mark II) (рис. 1б) по теореме Пифагора для 10⁰, исключает затеняемый участок из рабочей зоны (рис. 2б). Затенение на Участке 2 деревьями является незначительным (рис. 2в).



Рис. 1 - а) Предполагаемое размещение панелей MUST; б) Телескоп Mark II, выступающий препятствием на горизонте

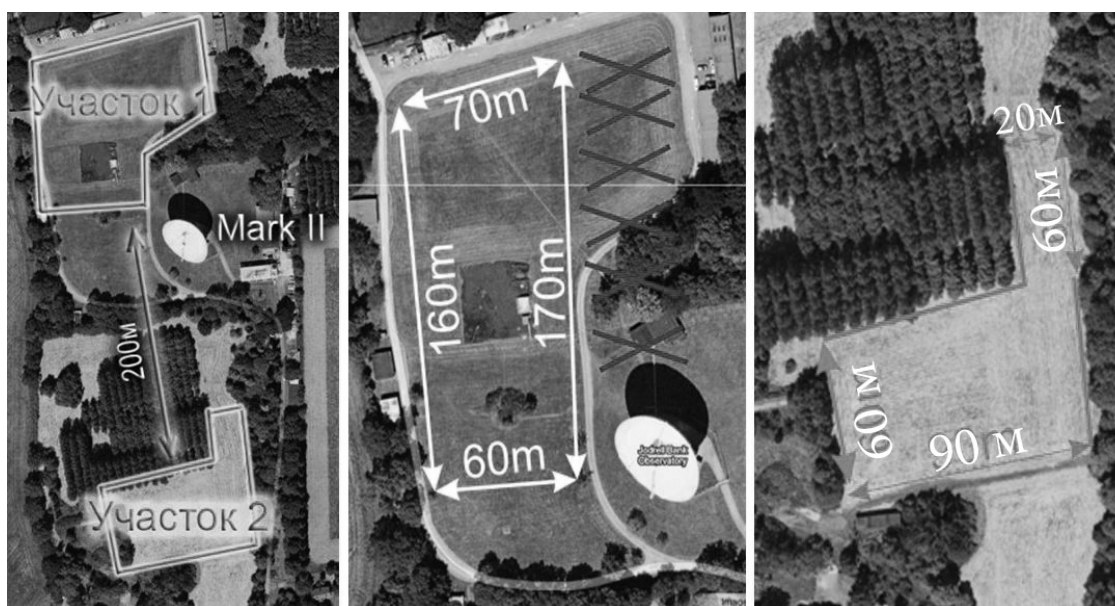


Рис. 2 - а) Карта предлагаемых участков; б) Затеняемые зоны Участка 1; в) Участок 2

Затеняемая зона и минимальное расстояние разнесение (d) высчитывается по ниже-
следующему выражению, где A – восходящий угол.

$$d = \frac{\text{высота}}{\sin A} \quad (1)$$

Чем ниже к горизонту угол размещения панели тем больше расстояния потребуется
для избегания тени панели следующих за впередистоящей панели (рис. 3а).

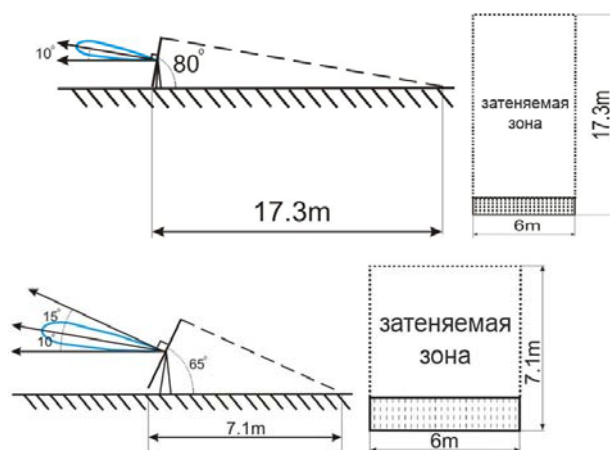


Рис. 3 - а) Затеняемая зона при наклоне панели на 80 градусов. Вид сбоку и вид сверху;
б) Вид сбоку и сверху на панель используя механический и электрический наклон

Электрический наклон луча

Во избежание потерь полезной рабочей площади, прибегая только механическому на-
клону панелей радиотелескопа, целесообразным будет применение электрического накло-
на луча [4]. При применении такого способа, значения коэффициента направленного дей-
ствия (КНД) претерпевает деградацию при различных расстояниях размещений (рис. 4).

Таблица 1

Значения пикового КНД на различных углах наклона

Угол наклона в градусах	КНД	Угол наклона в градусах	КНД
0	25.8 дБи	24	23.9 дБи
2	25.8 дБи	26	23.6 дБи
4	25.8 дБи	28	22.5 дБи
6	25.7 дБи	30	21.5 дБи
8	25.6 дБи	32	20.7 дБи
10	25.5 дБи	34	19.3 дБи
12	25.5 дБи	36	18.6 дБи
14	25.4 дБи	38	18.4 дБи
16	25.3 дБи	40	18.3 дБи
18	25.1 дБи	42	18.1 дБи
20	24.6 дБи	44	17.9 дБи
22	24.4 дБи	45	17.3 дБи

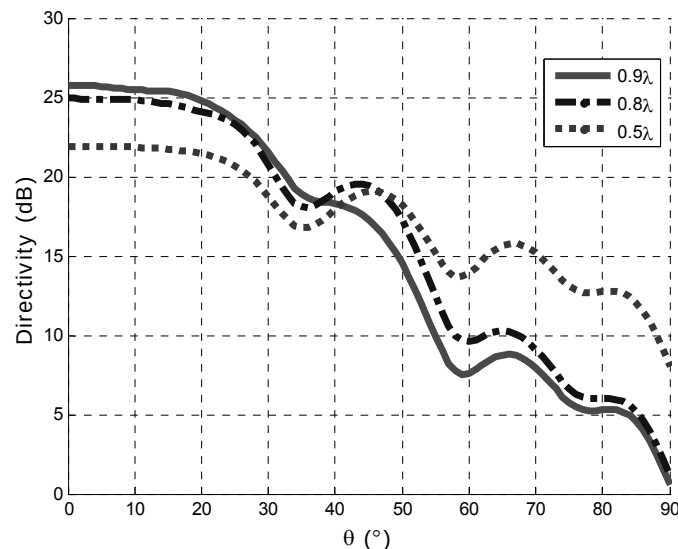


Рис. 4 - Зависимость КНД панели от угла электрического наклона при различных дистанциях разнесения

Полученные результаты из табл. 1 показывают, что электрический наклон главного луча на 15° , ухудшает пиковую КНД на 0.4дБ, то есть 10% потерь, в то время как наклон на 27° уменьшает значение на 3дБ, что уже равняется половинной мощности максимального значения. Так жертвуя 10% КНД с одной панели, даёт выгоду в пространстве для размещения дополнительных панелей на заданном участке, что в целом должно дать суммарное приращение КНД системы. Комбинация механического и электрического наклона панели проиллюстрировано на рис. 3б.

Геометрия ФАР

Размещение элементов ФАР возможно в периодическом и аperiodическом порядке, но в данной работе рассмотрено только периодичное равноудалённое *сеточное* размещение.

Очевидно, что положение элементов радиотелескопа абсолютно в горизонтальном положении даст максимальное значение КНД для приёма сигнала приходящего прямо с зенита. Такой вариант расположения даёт самое плотное размещение и самое большое количество панелей по сравнению с другими нижеследующими вариантами. Способность наклона проектируемого телескопа требует рассмотрения два других варианта, в которые дадут возможность сканировать небо до 80° относительно зенита. Все три варианта отображены на рис. 5а.

1-ый вариант: Расположив панели без механического наклона параллельно поверхности земли, то есть угол стрельбы 90 градусов даст диаграмму направленности, отображенную на рис. 6. С учётом размещения в 0.9λ и площадь, занимаемая одной панелью 18 кв. метров, максимальная вместимость панелей на площади равняется 423. Достижимое пиковое КНД 52.2дБи. Пульсации вдоль главного луча на рис. 6, 8, 10, 11, 12, 13 объясняется тем, что в MATLAB коде панель, после перемножения ДН элемента панели на матрицу панели, воспринимается не как излучаемая площадь, а как излучаемая точка [5]. В реальности ДН будет почти такой же, но без пульсаций.

2-ой вариант: позволить панели на участке наклониться механически на угол 10° от горизонта, тогда требуемая площадь без затенения для одной панели будет 6м x 17,3м. Такие габариты расходуют эффективную площадь участка, и максимальное количество панелей равняется лишь 81. ФАР из 9 x 9 панелей с ДН каждой панели на рис. 7,

даёт КНД панели 26.1 дБи в то время как КНД всей системы равняется 39дБи и ДН приведено на рис. 8.

3-ий вариант: расстановка панелей наклонённых механически в купе с электрическим наклоном: 65° и 15° соответственно, что в сумме даёт угол на 80° от зенита. Габариты занимаемой площади такой панели 6м x 7.1м что позволит разместить 189 панелей в таком варианте. Фар из 9 x 21 стандартных панелей, каждая с КНД 25,8дБи с ДН каждой отображённой на рис. 9. Система с такой схемой даёт КНД в 40,91дБи, в то время как без электрического наклона с углом прицеливания 65 градусов система даёт КНД 41,13дБи и ДН на рис. 10.

Применение всех трёх вариантов положения панелей на Участок 2 отображено на рис. 5б. Форма Участка 2 вытянута с Запада на Восток и имеет узкий выступ в северном направлении. Размещение панелей радиотелескопа по **1-ому варианту:** 306 стандартных панелей направленных к зениту даёт КНД 51,22дБи с ДН на рис. 11, по **2-му варианту** 51 стандартных панелей дают КНД 42.62дБи с ДН на рис. 12, а по **3-ему варианту** ФАР из 136 стандартных панелей наклонённых механически на 65° и электрически на 15° даёт КНД 46.36 дБи с ДН на рис. 13. Если исключить электрический наклон прирост КНД составит 0.02дБ.

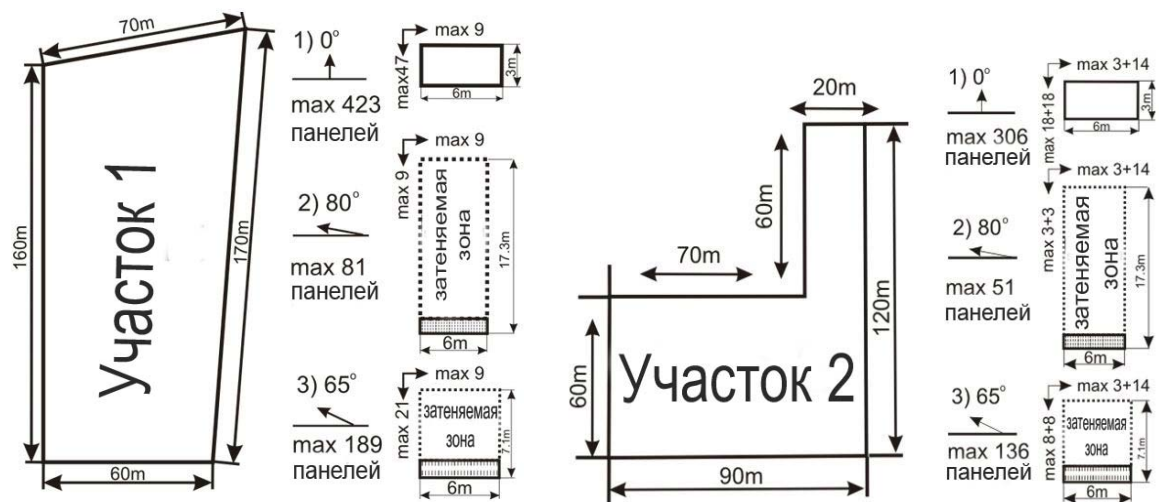


Рис. 5 - а) Количество панелей на Участке 1 в 3 вариантах размещения;
б) Участок 2 и максимальное количество панелей на нём в трёх вариантах

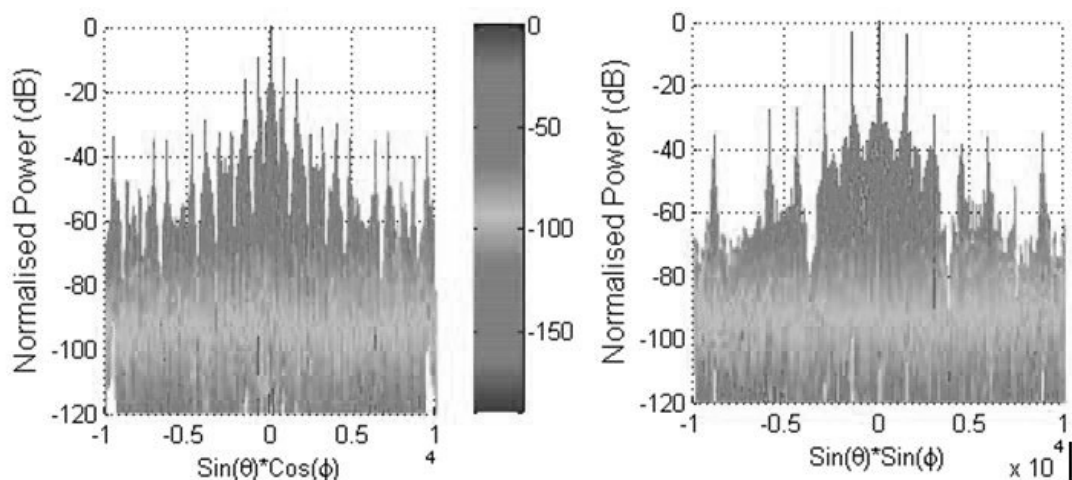


Рис. 6 - ДН ФАР из 9x47 равноудалённых панелей

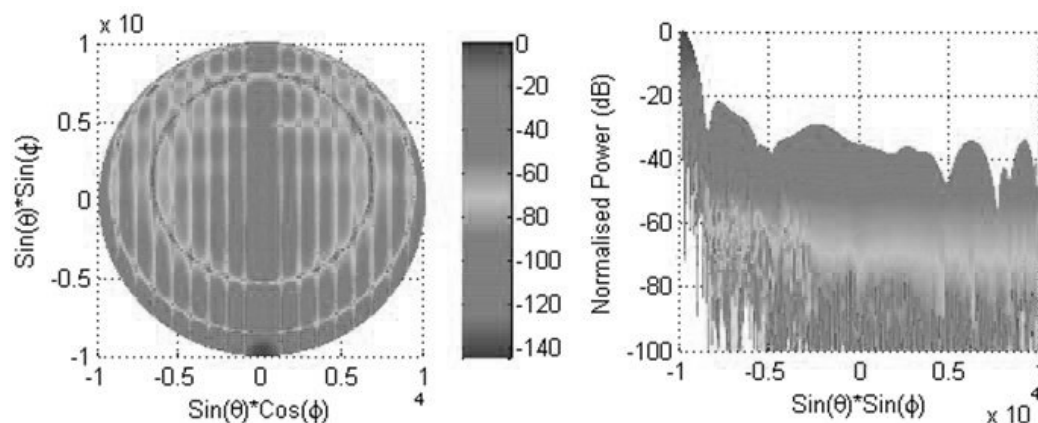


Рис. 7 - ДН панели, из 10 x 3 антенн Яги, механически наклонённых на 80° от зенита.

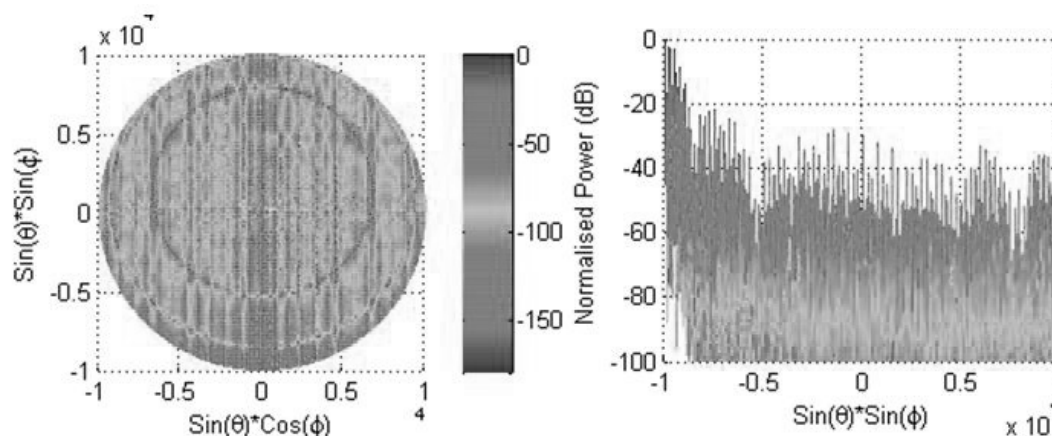


Рис. 8 - ДН системы из 9 x 9 панелей

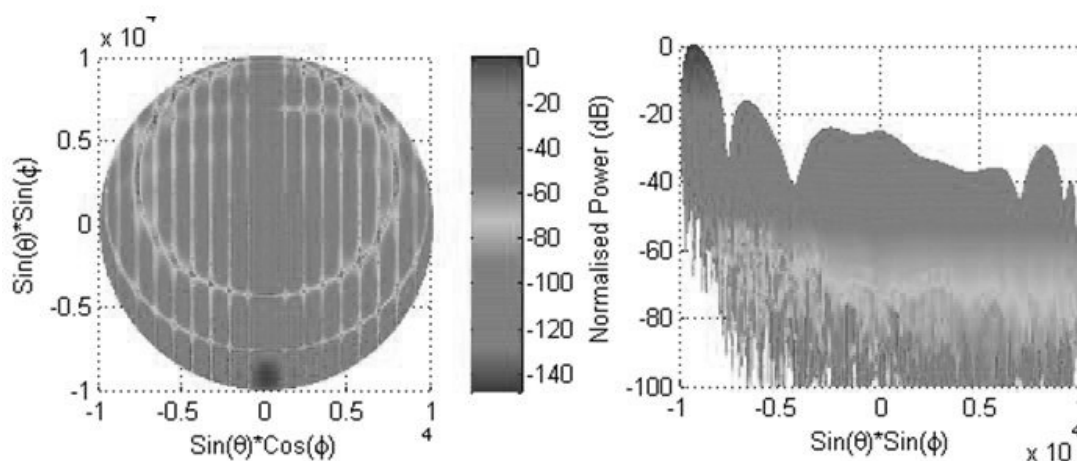


Рис. 9 - ДН панели из 10 x 3 массива антенн Яги наклонённых механически на 65° и электрически на 15°

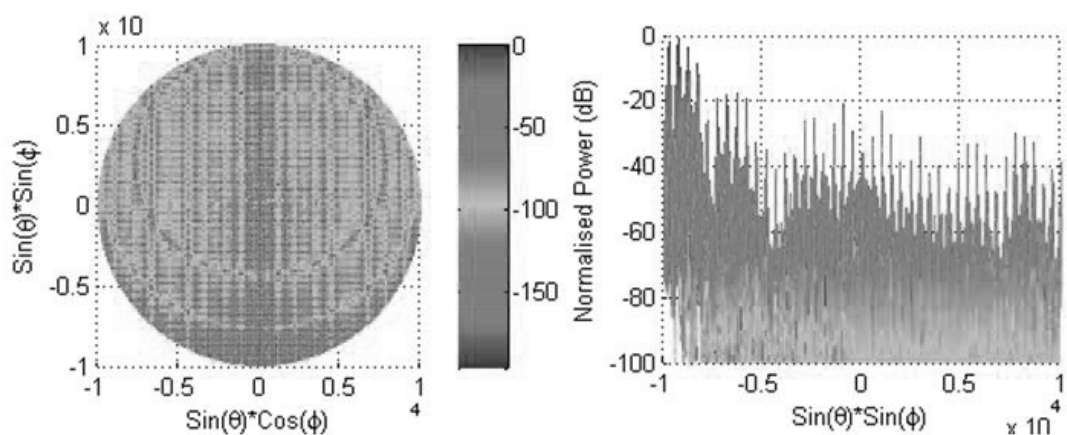


Рис. 10 - ДН системы из 9 x 9 панелей наклонённых механически на 65° и электрически на 15°

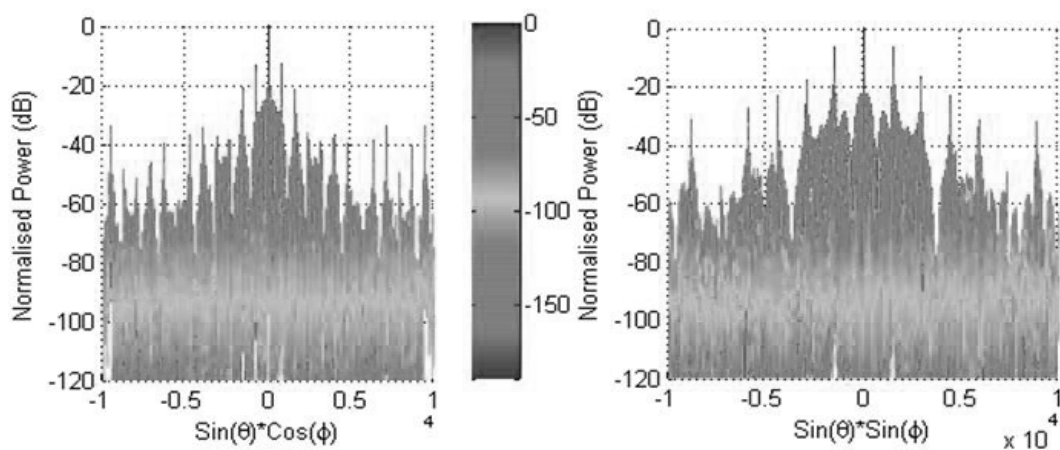


Рис. 11 - ДН ФАР из 18 x 14 + 3 x 18 панелей

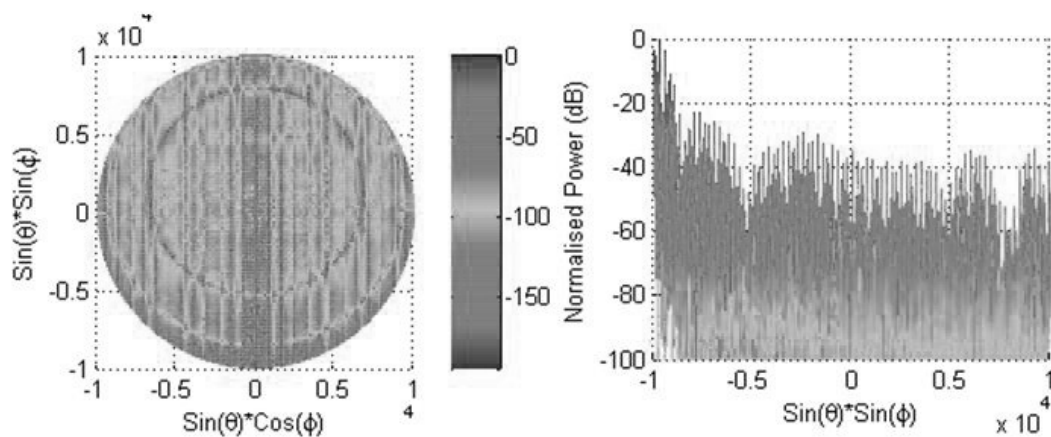


Рис. 12 - ДН ФАР из 3 x 14 + 3 x 3 панелей наклонённых механически на 80°

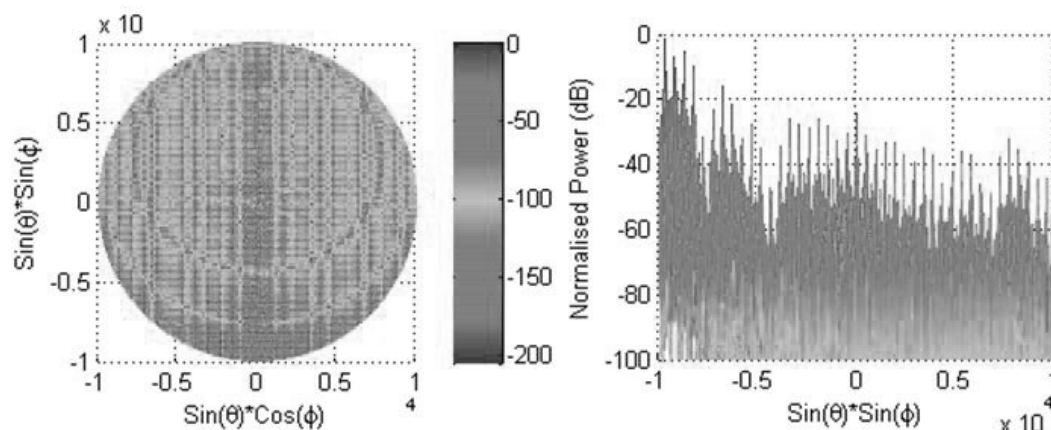


Рис. 13 - ДН ФАР из 8 x 14 + 8 x 3 панелей наклонённых механически на 65° и электрически на 15°

Результаты всех симуляций сведены в табл. 2. Сравнения результатов показывает, что для задачи данного радиотелескопа влияет не только площадь, но и геометрическая форма участка. Участок 2 шире по оси X и выдаёт большее значение КНД, не смотря на меньшее количество панелей, чем на Участке 1. Такой вывод верен только для вариантов, когда панели наклонены к горизонту, для случая, когда панели направлены в зенит, Участок 1 в выигрыше на 0,98 дБ.

Применение уплотнённых панелей

Площадь одной стандартной панели, не нарушая интервал в половину длины волны, может позволить содержать больше до 13x6 антенн. Результаты сведены в табл. 2.

Таблица 2

Сравнение КНД стандартных и уплотнённых панелей

Тип панели:	Участок 1		Участок 2	
	Стандартный	Уплотнённый	Стандартный	Уплотнённый
1ый вариант	52.2дБи	57.36дБи	51.22дБи	56.03дБи
2ой вариант	39дБи	42.14дБи	42.62дБи	45.21дБи
3ий вариант	40.9дБи	44.07дБи	46.36дБи	47.94дБи

Заключение

Приведённые сравнения, с учётом требований к дешевизне проекта делают вывод, что радиотелескоп должен быть расположен на Участке 2 по 3-ему варианту: 136 панелей наклонённых механически на 65° и электрически на 15°. Коэффициент направленного действия на угол 10° от горизонта в южном направлении 46.62 дБи, значение которого может быть улучшено на 1,7дБ используя панели с уплотнённым размещением антенн. Максимальный же КНД 46.03дБи в зенит даёт ФАР на Участке 1, с размещением на нём 189 панелей.

Литература

1. [Online] <http://www.radio.manchester.ac.uk/first-prototype-for-the-manchester-university-student-telescope-ready-for-operation/>

2. A. R. Taylor, "The Square Kilometre Array", from Milli- to Micro-arcsecond stometry Proceedings IAU Symposium No. 248, 2007
3. [Online] <https://maps.google.co.uk/maps?hl=en>
4. Inagaki K., Y. Ji, "Signal/Reference controlled optical signal processor for a 2 dimensionally beam-steering array antenna", 10th International Conference on Antennas and Propagation volume one, 1997
5. DharamVirLal, Andrei P. Lobanov, "Array configuration studies for the Square Kilometre Array – Implementation of figures of merit based on spatial dynamic range", Max-Planck-Institut für Radio-astronomie, Jan2010, p.4-8.

Сведения об авторах

Петров Михаил Николаевич, зав. каф. «Электронной техники и телекоммуникаций», профессор кафедры «Системного анализа» Сибирского государственного аэрокосмического университета, академик РАН. Тел.93-20-70. E-mail: Petrov@etk.ru

Акишев Марс Сатыбалдыевич, аспирант каф. «Электронной техники и телекоммуникаций» Сибирского государственного аэрокосмического университета.

УДК 614.8.013: 316.772: 621.396

ОПОВЕЩЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕКСТОВЫХ СООБЩЕНИЙ: МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОБОСНОВАНИЮ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ

А.В. Лукьянович, доктор техн. наук Р.А. Дурнев, А.С. Котосонова

ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

В третьей статье этой серии приведен методический подход и алгоритм обоснования рациональных параметров текстовых сообщений сотовой связи для оповещения населения при чрезвычайных ситуациях. В дальнейшем будут приведены результаты исследований с использованием данного подхода.

Ключевые слова: методический подход, оповещение при чрезвычайных ситуациях, параметры текстовых сообщений, действия при чрезвычайных ситуациях, риск поражения.

THE POPULATION NOTIFICATION WITH USE TEXT MESSAGES: METHODOICAL APPROACH TO JUSTIFICATION OF RATIONAL PARAMETERS

A.V. Lukyanovich, Dr. (Tech.) R.A. Durnev, A.S. Kotosonova

FC VNII GOChS Emercom of Russia

Methodical approach and algorithm of justification of rational parameters of text messages of cellular communication is given in the third article of this series for the population notification at emergency situations. Further results of researches with use of this approach will be given.

Key words: methodical approach, the notification at emergency situations, parameters of text messages, actions at emergency situations, risk of defeat.

В [1] сформулирована научная задача по обоснованию рациональных параметров текстовых сообщений сотовой связи для оповещения населения при ЧС. Схема её решения представлена в виде «черного ящика», для которого в качестве «входа» рассматриваются контролируемые факторы, определяемые параметрами ЧС и характеристикой реципиента информации, неопределенные факторы, связанные со случайным характером ЧС и нечёткостью восприятия информации, и управляющие факторы, включающие параметры текстового сообщения, а в качестве «выхода» - риск поражения населения при реализации действий по защите после получения сообщения.

Варьируя управляющими факторами при фиксировании контролируемых и учете неопределенных факторов можно определить рациональные параметры сообщения для каждого типа ЧС и группы населения. Конкретизируя это положение, возможно, предложить схему на (рис. 1).

С учетом данной схемы эксперты определяют требуемые параметры текстового сообщения в зависимости от параметров обстановки при ЧС и характеристик получателя (реципиента) информации. Если сведения об обстановке недостаточно полные или противоречивые, то эксперты не должны предлагать конкретные меры по защите (вред от неправильных мер может превысить пользу). В этом случае текстовое сообщение будет ограничено только описательными блоками и указанием необходимости уточнить сведения о ЧС по средствам массовой информации. При полных данных об обстановке дополнительно включаются и предписывающие блоки с указанием мер защиты.

То есть, для определенной комбинации фиксированных значений контролируемых факторов эксперты определяют перечень семантических блоков сообщения – **А, В, ..., Н**. Недостаточное количество таких блоков (дефицит информации) может привести к повышению риска потерь (человек не реализует необходимые меры защиты), избыточное – к лишним действиям (потере времени) или панике, что также будет способствовать повышению указанного показателя (рис. 2).

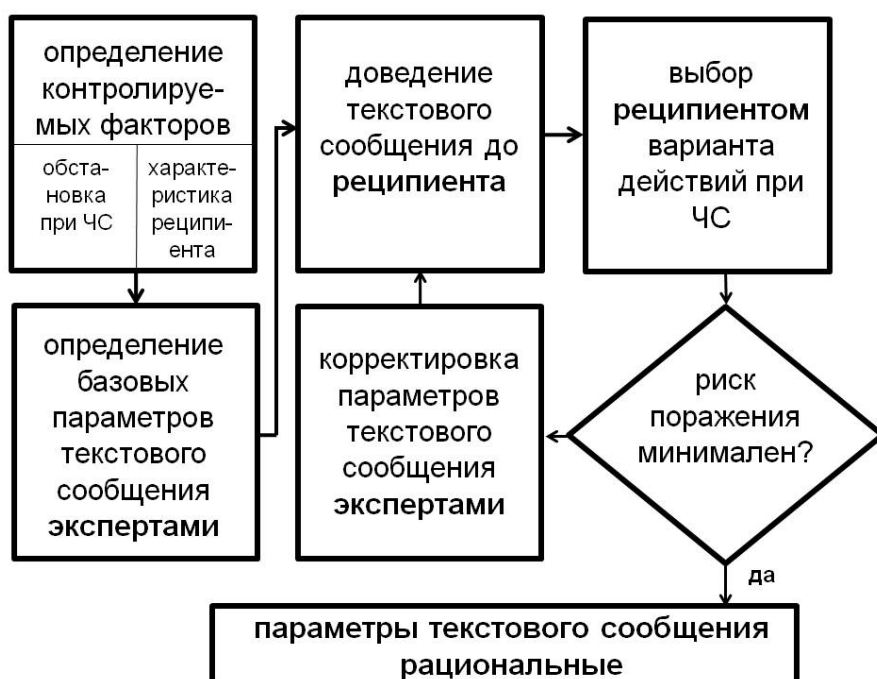
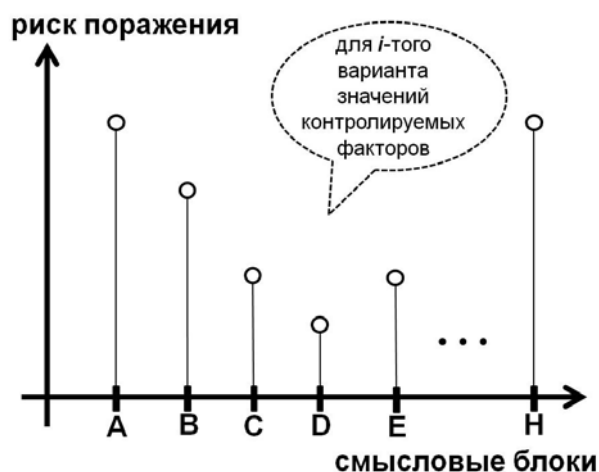


Рис. 1 – Схема обоснования рациональных параметров текстового сообщения

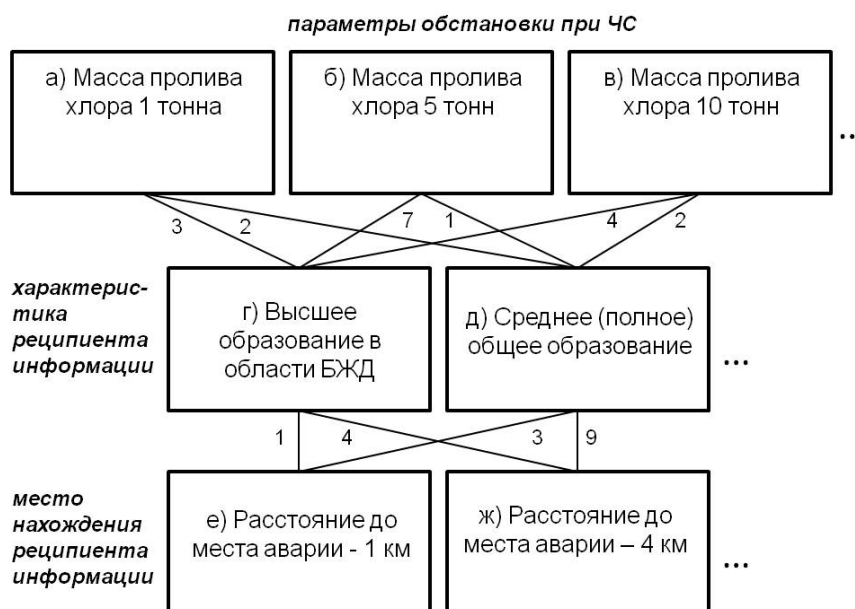


Блоки А, В, ..., Н в соответствии [1]

Рис. 2 – Зависимость риска поражения населения от количества смысловых блоков текстового сообщения

Очевидно, что число вариантов значений контролируемых факторов (комбинаций параметров обстановки при ЧС, характеристик реципиентов информации и мест их нахождения) очень велико. Поэтому в целях снижения размерности (устранения «комбинаторного взрыва») необходимо определить наиболее вероятные комбинации данных факторов в использовании подхода, приведенного в статье [2].

Для этого с использованием метода анализа иерархий [3] оценивается частота комбинаций параметров обстановки при ЧС, характеристик реципиентов информации и мест их нахождения. Для этого составляется иерархическая схема указанных комбинаций и экспертным путем оцениваются соответствующие частоты реализации на практике данных комбинаций. Перемножение частот рассматриваемых факторов определенной комбинации и позволит определить наиболее часто встречающиеся комбинации (рис. 3).



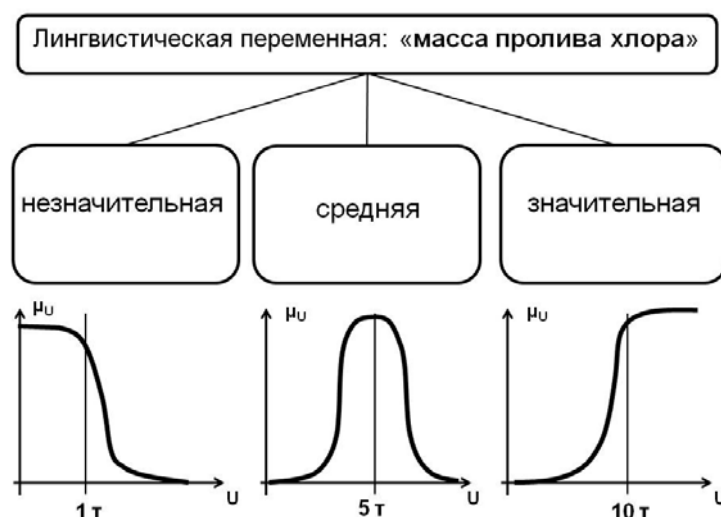
а), б), ..., ж) – значения контролируемых факторов; числа возле линий – условные (для примера) частоты сочетаний факторов, соединенных линиями

Рис. 3 – Схема для оценки частоты комбинаций контролируемых факторов

Из рис. 3 видно, что максимальная частота комбинаций факторов будет равна: б) - г) - ж) $\rightarrow 4 \cdot 7 = 28$ (комбинаций с минимальной частотой – две: - б) - д) - е) $\rightarrow 3 \cdot 1 = 3$ и а) - г) - е) $\rightarrow 3 \cdot 1 = 3$). Т.е. из множества комбинаций значений контролируемых факторов наиболее вероятна следующая – «масса пролива хлора 5 тонн», «высшее образование в области БЖД» и «расстояние до места аварии 4 км».

В связи с тем, что многие значения контролируемых факторов принадлежат к множеству положительных действительных чисел (скорость ветра, масса пролива и т.п.) для дополнительного снижения размерности можно с использованием теории нечетких множеств [4] определить лингвистические переменные, например, так, как показано на (рис. 4). В этом случае огромное (бесконечное, но счётное) количество значений массы пролива хлора свёртывается в три значения – незначительная, средняя и значительная.

После формирования экспертом текстового сообщения его параметры не являются ещё рациональными. Это связано с тем, что по знанию и опыту эксперты значительно отличаются от людей, не являющихся профессионалами в данной области. Поэтому сообщение, которое подготовил эксперт, может быть не вполне понятным различным категориям населения, и не будет инициировать последующие правильные действия по защите в ЧС.



μ_U – функция принадлежности (степень экспертной уверенности о принадлежности элементов (значений массы пролива хлора по шкале действительных чисел) нечетким множествам «незначительная масса пролива хлора», «средняя масса пролива хлора» и «значительная масса пролива хлора», $\mu_U \in [0;1]$, $u \in U$ (см, например [4]))

Рис. 4 – Представление контролируемых факторов в виде лингвистических переменных

Поэтому в дальнейшем данное текстовое сообщение доводится до получателя информации. До проведения натурных экспериментов, исследовательских учений с населением возможно осуществление социологического опроса. В рамках него опрашиваемым могут выдаваться анкеты с указанием содержания текстового сообщения в виде множества семантических блоков, рекомендованных экспертами. Изучив данную часть анкеты, респонденты должны выбрать из предлагаемого перечня типы действий по защите в ЧС и указать их очередность. В качестве таких обобщенных типов действий можно в первом приближении предложить следующие:

познавательные (когнитивные), связанные с необходимостью поиска и получения дополнительной информации о ЧС;

защитные, связанные с реализацией различных способов защиты, защитных мер (эвакуация, герметизация помещений, применение СИЗ, укрытие в ЗСГО и т.п.);

дополнительные, связанные с оповещением близких людей, соседей, знакомых, оказанием им необходимой помощи.

Познавательные действия являются общими для большинства ЧС, защитные действия отличаются для каждой конкретной чрезвычайной ситуации, а дополнительные действия – имеют как общие, так и специфичные черты.

После этого, перечень выбранных действий и их порядок сравниваются с эталонными, установленными экспертами.

При совпадении или незначительном отличии перечня реальных и эталонных действий принимается, что параметры текстового сообщения рациональные. Если такое расхождение велико, то оценивается риск поражения населения и сообщение дорабатывается. При этом возможно установление следующих принципов:

если опрашиваемый правильно указал требуемые действия и их порядок, но при этом отметил ещё и избыточные действия, то возможно исключение некоторых смысловых блоков из сообщения. При этом в случае возникновения дефицита в правильных действиях даже при отсутствии избыточных – сообщению возвращают изначальное содержание, оно признается условно рациональным, и незначительно дорабатывается без изменения перечня смысловых блоков. Если же множество выбранных действий соответствует эталонному, а избыточные исключаются, то параметры сообщения являются рациональными;

если опрашиваемый не отметил некоторые из действий, входящих в эталонный перечень, то эксперты по специальной шкале оценивают риск поражения. Для разработки такой шкалы необходимо оценить значимость (вес) каждого действия с точки зрения его вклада в минимизацию такого риска путем, например, парных сравнений с использованием подходов в работе [3]. Если риск поражения не превышает допустимого уровня (например, определенной вероятности получения травм легкой степени тяжести), то параметры текстового сообщения признаются условно рациональными, и незначительно дорабатываются без изменения перечня смысловых блоков. В противном случае перечень этих блоков изменяется (увеличивается или уменьшается) до тех пор, пока риск не будет превышать допустимого уровня. Только после этого сообщение может быть признано рациональным.

Для оценки правильности порядка действий по защите от ЧС возможно представить номер каждого действия в виде ранга, и сравнивать два ранжирования (реальное и эталонное) с помощью, например, коэффициента парной ранговой корреляции Спирмена [5]:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}{n(n^2 - 1)},$$

где x_i и y_i - ранги реальных и эталонных действий;
 $i=1, 2, \dots, n$ - номера действий.

При этом если реципиент не указал некоторые из требуемых действий, то им могут искусственно присваиваться последние ранги.

Блок-схема определения рационального содержания текстовых сообщений приведена на (рис. 5).

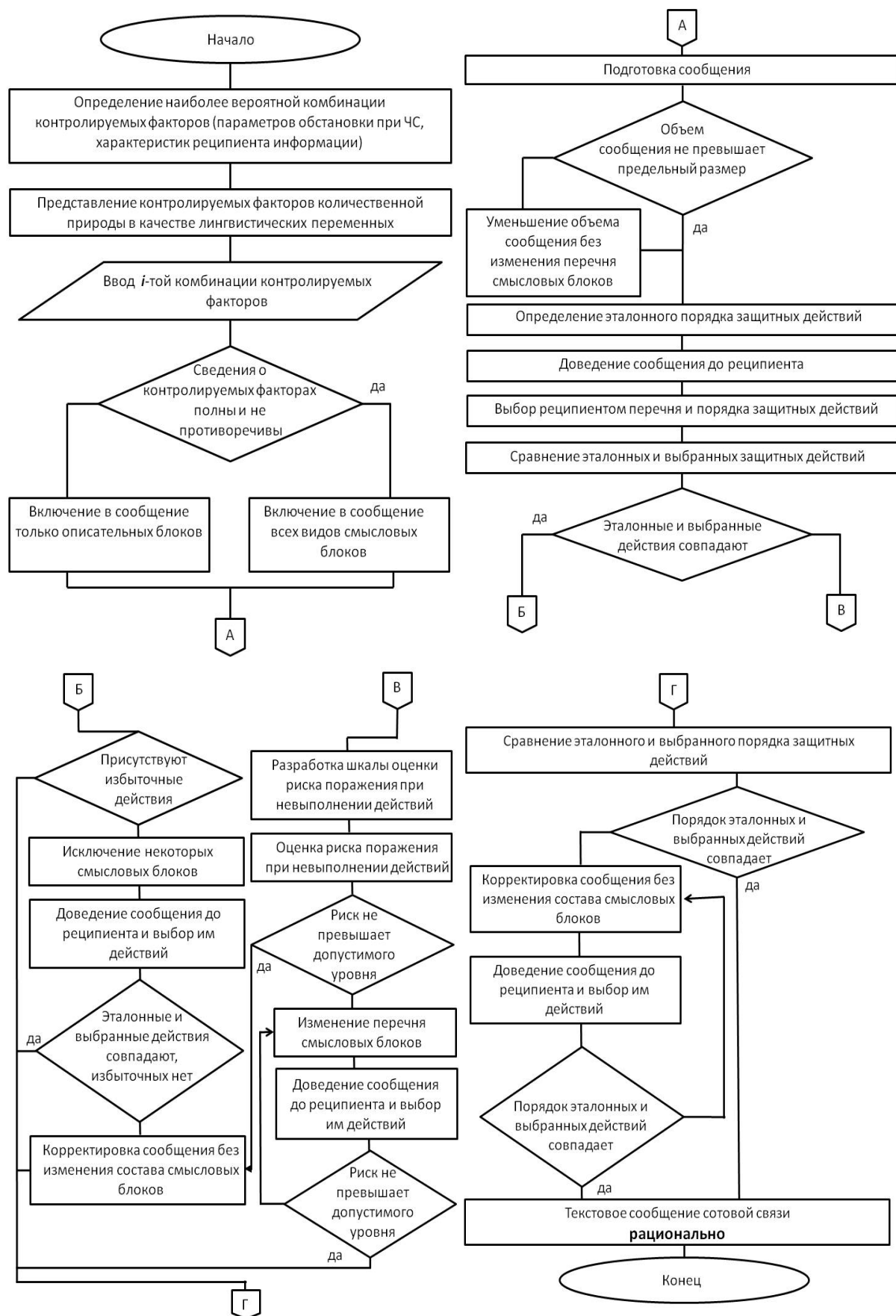


Рис. 5 – Блок-схема определения рациональных параметров текстовых сообщений

Таким образом, представлен методический подход к обоснованию рациональных параметров текстовых сообщений сотовой связи. Его использование позволит определить объем, количество и сложность смысловых блоков тестовых сообщений, при восприятии которых население будет выполнять правильные действия по обеспечению безопасности в ЧС. Это будет способствовать значительному повышению эффективности оповещения граждан при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и существенному снижению риска поражения населения.

В дальнейшем планируется привести результаты исследований по обоснованию рациональных параметров текстовых сообщений и рекомендации по использованию предложенного подхода в повседневной деятельности оперативных служб.

Литература

1. Дурнев Р.А., Лукьянович А.В., Котосонова А.С. Оповещение населения с использованием текстовых сообщений: формулирование научной задачи. М.: Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», вып.4, 2013.
2. Артемова М.В., Афлятунов Т.И., Дурнев Р.А. Аварийно-спасательные работы при ДТП: подход к обоснованию состава и содержания нормативов их выполнения. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», вып.3, 2011.
3. Саати Т. Принятие решений: метод анализа иерархий/ пер.с англ. М.: Радио и связь. - 1993.
4. Л. Заде. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. М.: Мир. - 1976.
5. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. М.: Статистика. - 1980.

Сведения об авторах

Дурнев Роман Александрович, заместитель начальника ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), доцент, тел. 8 (499) 2332562, тел. м. 8 (903) 2586716

Лукьянович Алексей - начальник научно-исследовательского отдела, ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 121352, Москва, ул. Давыдовская, д. 7, тел. 8 (499) 445-45-07, center_kbg@mail.ru

Котосонова Алёна Сергеевна младший научный сотрудник, ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 121352, Москва, ул. Давыдовская, д. 7, тел. 8 (499) 233-25-62, center_kbg@mail.ru

УДК 504.5.06:622:528.8.044.2

ОЦЕНКА ДЕФОРМАЦИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕГО РЕГИОНА МЕТОДАМИ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СЪЕМКИ

Доктор техн. наук *В.П. Потапов*, кандидат техн. наук *О.Л. Гиниятуллина*,
Л.С. Миков

Институт вычислительных технологий СО РАН (Кемеровский филиал)

Рассмотрены вопросы оценки состояния и изменения земной поверхности в сейсмоопасных районах Кузбасса. Продемонстрировано применение спутниковых радарных данных высокого разрешения за период с 2007 по 2013 год с использованием методов радиолокационной интерферометрии для оценки и выявления динамики смещений земной поверхности в горнодобывающих районах с помощью построенных дифференциальных интерферограмм и карт вертикальных смещений.

Ключевые слова: радарные данные, дифференциальная интерферограмма, карта вертикальных смещений, радарная интерферометрия, деформация земной поверхности.

ESTIMATION OF SURFACE DEFORMATIONS BY USING RADAR IMAGERY METHODS IN COAL MINING REGION

Dr. (Tech.) *V.P. Potapov*, Ph.D. (Tech.) *O.L. Giniyatullina*, *L.S. Mikov*

Institute of Computational Technologies SB RAS

We consider estimation of condition and changes of the earth surface in earthquake-prone areas of Kuzbass. The application of high resolution satellite radar data for the period from 2007 to 2013 using radar interferometry methods to estimate and identify the dynamics of earth surface displacements in mining areas with differential interferograms and vertical displacements maps are demonstrated.

Key words: radar data, differential interferogram, vertical displacement map, radar interferometry, surface deformation.

Введение

Одним из результатов все более интенсивного освоения недр стало глобальное изменение экологической и геодинамической безопасности природной среды. Интенсивная добыча полезных ископаемых привела к увеличению нагрузки на недра и, как следствие, к перераспределению напряженно-деформируемого состояния весьма значительных объемов горной массы с неблагоприятными последствиями для окружающей природной среды [1]. Изменения поверхности угледобывающих регионов, возникающие вследствие неравномерных оседаний и горизонтальных сдвижений горных пород, достигают больших по протяженности территорий и являются источником аварийных ситуаций, которые, в свою очередь, могут нанести вред не только окружающей среде и режиму работы предприятия, но также и человеческим жизням. Более того, геоморфологические исследования горнопромышленных регионов показывают [2-6], что данные территории являются зонами развития разрушительных процессов как эндогенного, так и экзогенного происхождения. Эти явления хорошо прослеживаются на месторождениях полезных ис-

копаемых, добыча которых идет подземным способом. Проявление как природных, так и техногенных экзогенных геоморфологических процессов приводит к ежегодному увеличению площади деградированных земель, разрушению инфраструктуры, как угледобывающих предприятий, так и жилых построек, увеличивая вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций. Степень нарушенности поверхности подземными выработками зависит от объемов полезных ископаемых, их расположения в толще пород, системы разработки и ее параметров, соблюдения технологии ведения работ [2]. В связи с этим, вопросы оценки и мониторинга экзогенных геоморфологических процессов в горнопромышленных регионах с интенсивной техногенной нагрузкой на недра приобретает все более актуальное значение. Снижение эколого-геоморфологической опасности, ее прогноз требуют наличия достоверных данных о развитии экзогенных геоморфологических процессов, а также о динамике факторов, влияющих на их активность. Своевременная минимизация негативного влияния всего комплекса экзогенных геоморфологических процессов возможна лишь при оперативном мониторинге больших по протяженности территорий. Одним из таких регионов является Кузбасс.

На сегодняшний день Кузбасс - это крупнейший горнопромышленный регион в России. Его отличительной особенностью является высокая техногенная нагрузка, связанная с постоянным увеличением объемов угледобычи. Более того, на территории Кузбасса каждый год происходит более десяти тысяч геодинамических событий как природного, так и техногенного характера (промышленные взрывы). Одно из сильнейших землетрясений в Кемеровской области произошло 19 июня 2013 года в 21 километре от города Белово. В результате землетрясения пострадало около 5 тысяч домов. Общий ущерб составил 1,7 млрд. рублей [7]. Вдобавок ко всему этому, горные работы проводятся в непосредственной близости к населенным пунктам, из-за этого Кузбасс, как никакой другой регион, подвержен большому числу инспекций со стороны различных федеральных служб и министерств. Именно поэтому ставится задача постоянного мониторинга состояния земной поверхности в сейсмоопасных районах и в районах интенсивных горных работ.

В настоящее время мониторинг деформационных процессов больших территорий осуществляется, как правило, традиционными маркшейдерско-геодезическими методами. Следует отметить, что эти методы, являясь своего рода эталонными, требуют больших материальных и временных затрат. Кроме того, оперативность получения информации на основе данных методов является достаточно низкой, т.к. для получения динамики развития деформационных процессов требуется выполнение постоянных серий наблюдений и постоянная постобработка их результатов [8]. Альтернативным способом измерений является использование относительно дешевых спутниковых радарных данных, которые позволяют выявить любые изменения (вертикальные и горизонтальные смещения) земной поверхности с миллиметровой точностью, произошедшие за период между съемками, а также произвести площадную оценку на территориях от нескольких десятков до тысяч квадратных километров. Следует отметить, что использование спутниковых радарных данных в России находится на начальном уровне. Это связано с отсутствием специалистов, занимающихся обработкой радиолокационной информации, а также российских радиолокаторов с синтезированной апертурой антенны, что приводит к необходимости заказа снимков у зарубежных космических агентств. Однако, известны случаи применения радарных данных в странах СНГ для оценки влияния добычи калийных солей на состояние окружающей среды, определения признаков нефтегазоносности акватории, мониторинга ледовой обстановки и судоходства в замёрзшей акватории [9-12]. В Кузбассе спутниковые радиолокационные данные для мониторинга и оценки деформаций поверхности применяются впервые.

Метод дифференциальной радарной интерферометрии

Деформации поверхности могут быть вызваны различными видами антропогенных или природных процессов, например, с одной стороны, горными работами или удалением грунтовых вод и, с другой стороны, землетрясениями, вулканической активностью, или оползнями. Величина такого деформационного процесса может составить несколько сантиметров в год. В зависимости от типа процесса деформации, изменения могут происходить медленно с постоянной скоростью или внезапно (например, землетрясения). В любом случае, крайне трудно, а иногда даже невозможно контролировать такие тонкие изменения с помощью оптических датчиков. Потенциал радиолокационного дистанционного зондирования для обнаружения незначительных значений смещений земной поверхности с помощью интерферометрии был исследован относительно давно [13]. В результате были разработаны два основных метода обработки радарных данных - дифференциальная интерферометрия (DinSAR) и интерферометрия постоянных отражателей (PSI). Оба этих метода основаны на интерферометрической обработке пар снимков (InSAR) [14]. Для оценки смещений поверхностей в зонах угледобычи на территории Кузбасса применялся первый метод.

Метод DinSAR активно развивается на протяжении последних 20 лет и базируется на измерениях разностей фаз эхо-сигналов от пространственно разнесенных точек при съемках одного и того же участка местности одноантенной радиолокационной системой с повторяющихся орбит носителя (с помощью интерферометра с мягкой базой) [14].

После повторной радарной съемки и уточнения орбитальных данных изображения попиксельно совмещаются. Перемножением двух комплексно сопряженных радарных снимков формируется интерферограмма. На ней полными циклами фазы (2π) кодируется информация обо всех вертикальных подвижках, произошедших между съемками. Относительная фаза двух соседних пикселей на интерферограмме $\Delta\psi_{\text{инт}}$ может быть представлена в виде суммы компонент:

$$\Delta\psi_{\text{инт}} = \Delta\psi_{\text{плоск}} + \Delta\psi_{\text{топо}} + \Delta\psi_{\text{смещ}} + \Delta\psi_{\text{атмосф}} + \Delta\psi_{\text{шум}}, \quad (1)$$

где $\Delta\psi_{\text{плоск}}$ — компонента плоской Земли, связанная с различиями при повторной съемке без учета рельефа; $\Delta\psi_{\text{топо}}$ — фазовый набег за счет обзора топографии под разными углами; $\Delta\psi_{\text{смещ}}$ — фазовый набег за счет смещения поверхности в период между съемками; $\Delta\psi_{\text{атмосф}}$ — вклад, связанный с неоднородностями тропосферы; $\Delta\psi_{\text{шум}}$ — вклад от остальных источников электромагнитного шума.

Первые два слагаемых ($\Delta\psi_{\text{плоск}}$ и $\Delta\psi_{\text{топо}}$) могут быть аналитически рассчитаны с помощью уточнения орбит и использования внешних цифровых моделей рельефа (ЦМР) [15,16].

Таким образом, при оценке подвижек земной поверхности в зонах угледобычи с помощью метода DinSAR использовалась обработка 2-х и более интерферограмм на одну местность. В результате обработки снимков строится интерферограмма, из которой удален набег фазы за счет топографии. Получаемый в результате обработки материал, как правило, описывает детальное площадное распределение радиальных перемещений отражающей поверхности в пределах радиолокационного снимка, а не отдельные профили или точечные измерения. Фиксируемые вертикальные и горизонтальные смещения могут иметь различную природу и быть следствием тектонической активности, криогенных, оползневых и карстовых процессов, хозяйственной деятельности человека и других факторов [16].

Исходные данные и район исследования

В качестве объекта исследования был выбран район в центральной части Кемеровской области, включающий территории городов Полысаево, Белово, Ленинск-Кузнецкий, характеризующиеся высокой техногенной нагрузкой. На исследуемой территории находятся несколько крупных горнопромышленных предприятий. Следует заметить, что для данного района характерна либо небольшая удаленность объекта угледобычи от городской черты (например, шахта имени С.М. Кирова - центральная часть месторождения находится в двух километрах от г. Ленинска-Кузнецкого), либо большая часть месторождения находится непосредственно в черте города (шахта имени 7 ноября, г. Ленинск-Кузнецкий). Кроме того, поле шахты «Полысаевская» расположено в центральной части Ленинского геолого-промышленного района и занимает вытянутую по простиранию полосу угленосных отложений. Центральная часть месторождения находится в 2 км от г. Полысаево [17].

Многократная съемка исследуемого региона спутниками ALOSPALSAR (L-диапазон) и COSMO-SkyMed (X-диапазон) позволила сформировать набор интерферометрических пар радиолокационных изображений высокого разрешения (ALOSPALSAR – 7-20 м/пиксель, COSMO-SkyMed – 3 м/пиксель) для разных временных интервалов в 2007-2013 годах.

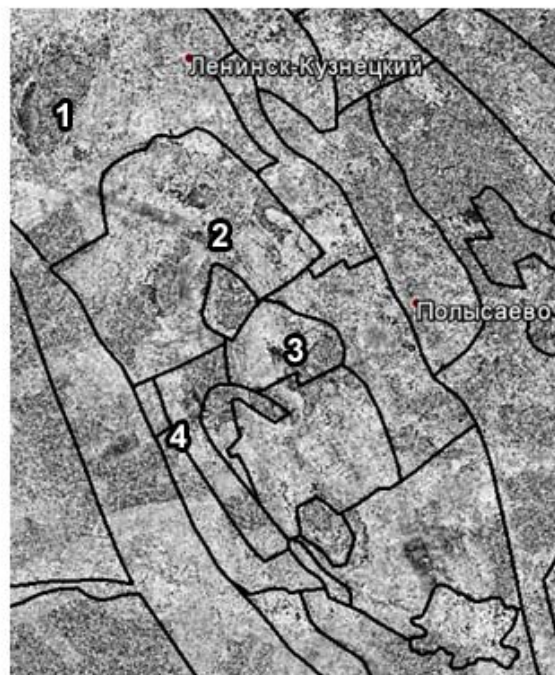
Для исследования динамики роста зон смещений земной поверхности в сейсмоопасных регионах Кузбасса использовалось по шесть пар радарных снимков с указанных выше спутников. При построении интерферограммы исследуемого района в полосе размером 15x45 км выполнялся стандартный граф обработки: совмещение изображений; формирование интерферограммы; построение карты когерентности; вычитание фазового набег, характерного для гладкой Земли (выглаживание интерферограммы); фильтрация шумов интерферограммы; развертка фазы, необходимая для получения рельефа местности (использовался порог когерентности равный 0,15). Для получения дифференциальной интерферограммы использовалась модель SRTM, довольно точно характеризующая рельеф исследуемого района. Вся обработка производилась в программном комплексе SARscape 5.0.

Результаты

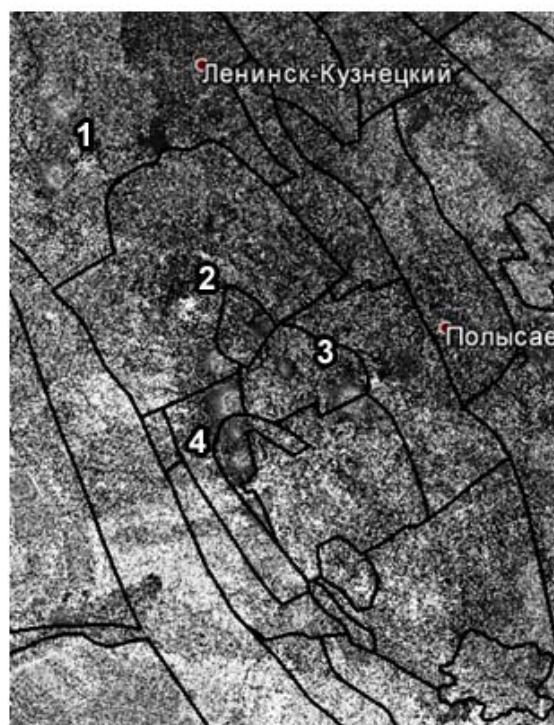
Метод дифференциальной интерферометрии позволил выявить несколько локальных участков смещений земной поверхности, произошедшие за 1 месяц (с 10 декабря 2007 года по 21 января 2008 года) (рис 1-А). Изменения на интерферограммах представлены в виде колец, с переходами от белого цвета к черному цвету (изменения фазы от $-\pi$ до π). Каждый такой переход соответствует смещениям земной поверхности, равным половине длины волны радиолокатора. Все зарегистрированные смещения находятся на территории шахтных полей, либо разрезов, таких как шахта «имени 7 ноября», шахта «Октябрьская» и разрез «Моховский» (рис. 1 А-В, участки 1-3). В течение нескольких лет (2007-2011 гг.) на этих же участках продолжают регистрироваться деформации, связанные с интенсивной угледобычей в этих районах (рис. 1-А, Б, В; рис. 2-А). В июле 2012 года были зарегистрированы два новых участка смещений на территории шахты имени Кирова (рис. 2-Д). Июнь 2013 года характеризуется меньшим количеством локальных участков смещений. Это связано с приостановкой угледобычи из-за землетрясения, произошедшего между съемками - 19 июня 2013 года.



А)



Б)



В)

Рис. 1 – Дифференциальные интерферограммы, полученные по данным ALOSPALSAR.

А) 10.12.2007 – 25.01.2008; Б) 10.12.2007 – 12.12.2008; В) 17.06.2010 – 02.08.2010.

Черными линиями выделены участки шахтных полей и разрезов.



Г)



Д)



Рис. 2 – Дифференциальные интерферограммы, полученные по данным COSMOSkyMed.

Г) 14.08.2011 – 22.08.2011; Д) 15.07.2012 – 23.07.2012; Е) 16.06.2013 – 24.06.2013.

Черными линиями выделены участки шахтных полей и разрезов.

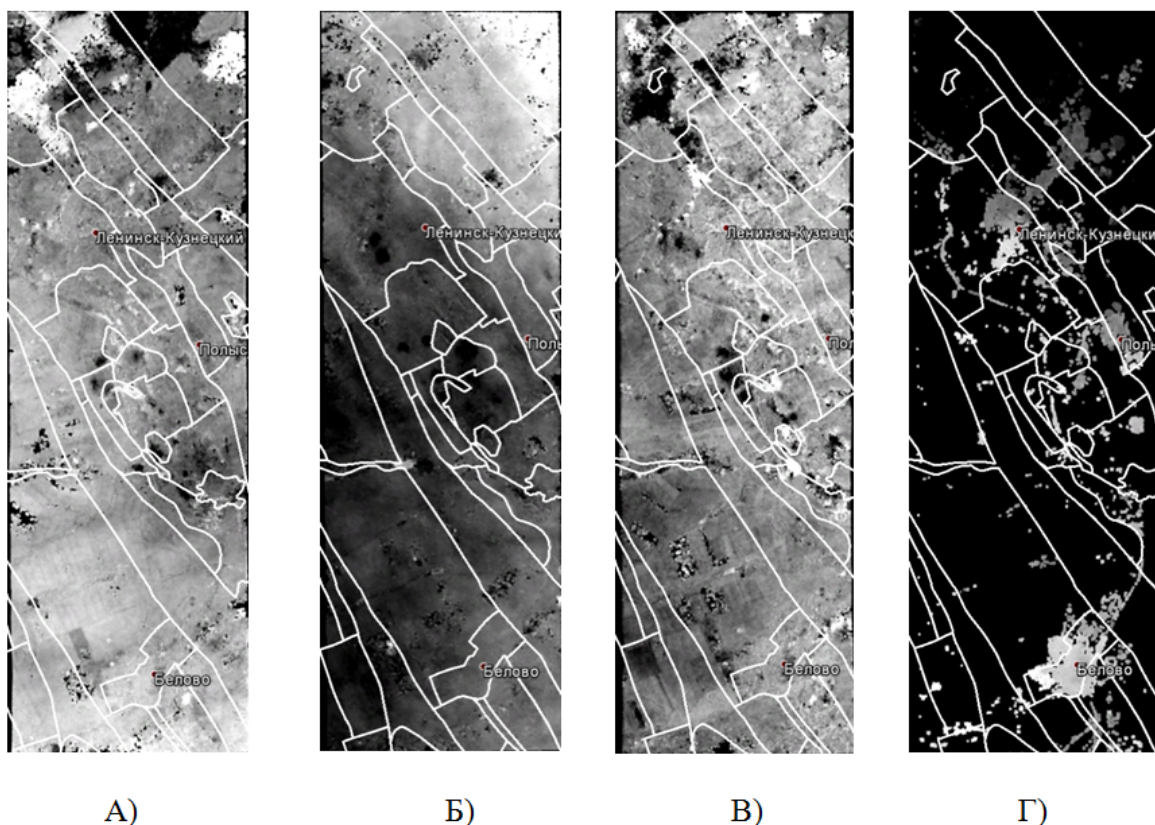


Рис. 3 – Карты вертикальных смещений, полученные по данным COSMOSkyMed.
 А) 14.08.2011 – 22.08.2011; Б) 15.07.2012 – 23.07.2012; В) 16.06.2013 – 24.06.2013;
 Г) 16.06.2013 – 18.07.2013. Белыми линиями выделены участки шахтных полей и разрезов.

Таблица 1

Значения вертикальных смещений (в метрах)

	2011	2012	2013 (8 дней)	2013 (32 дня)
min	-0,038388	-0,042460	-0,031048	-0,077994
max	0,031386	0,031954	0,027881	0,049471

Для определения численного значения смещений в исследуемых районах построены карты вертикальных смещений земной поверхности по данным дифференциальной интерферометрической обработки пар радиолокационных снимков COSMOSkyMed (рис. 3-А-Г). Темные участки на картах смещениях соответствуют отрицательным вертикальным смещениям поверхности (опускания), светлые – положительным (поднятия). Результаты показали, что за период между съемками (8 дней) произошли следующие изменения земной поверхности:

- в 2011 году: от -3,9 см (опускание) до +3,1 см (поднятие) (рис. 3-А);
- в 2012 году: от -4,2 см (опускание) до +3,2 см (поднятие) (рис. 3-Б).

Отдельно стоит отметить изменения в 2013 году, произошедшие во время землетрясения в районе города Белово 19 июня 2013 г. Здесь произошли смещения от -3,1 см (опускание) до +2,8 см (поднятие) за 8 дней (рис. 3-В), и от -7,8 см (опускание) до +4,9 см (поднятие) за 32 дня (рис. 3-Г). Следует обратить внимание на то, что вертикальные смещения, зарегистрированные за 32 дня, удалось рассчитать на меньшей площади, чем за 8 дней, что объясняется потерей когерентности из-за большого промежутка времени между съемками.

Выводы

Оценка вертикальных смещений по данным космической радиолокационной съемки даже за такой короткий срок – 8 дней – показывает возможность оперативного решения проблемы определения деформаций земной поверхности для региона (в 2013 г. локальные просадки земной поверхности достигают 8 см) и целесообразность осуществления постоянного мониторинга с применением технологий радарной интерферометрии на территории угледобывающих городов Кузбасса. Представляется перспективным создание геоинформационной системы мониторинга деформационных процессов земной поверхности на участках угледобычи с применением интерферометрических технологий радиолокационной съемки. Кроме того, полученные результаты позволяют оценить влияние горного производства на окружающую среду. Спутниковый мониторинг вертикальных смещений может служить основой для последующей разработки природоохранных мероприятий.

Литература

1. Chorowicz J., Lopez E., Garcia F., Parrot J., Rudant J., Vinluanr. Keys to analyse active lahars from Pinatubo on SAR ERS imagery Статья. // Remote Sensing of Environment. - 1997. – 62. – С. 20-29.
2. Акпамбетова К.М. Влияние техногенной нагрузки на развитие рельефа// Современные проблемы экологии Центрального Казахстана. Караганда: ТОО «Ин-кварти». – 1998. – С. 66–72.
3. Голубев Е. В. Геоморфологические исследования при освоении нефтегазовых месторождений Сибири // Всероссийская научно-практическая конференция «100 лет падению Тунгусского метеорита (эстафета поколений)», сборник материалов [Электронный ресурс]. — Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2008. —URL: http://conf.sfu-kras.ru/conf/tungus100/report?memb_id=349 (дата обращения: 11.03.2014).
4. Курлович Д.М. Определение геоморфологических условий строительства объектов горнопромышленного комплекса Навай в Боливарианской Республике Венесуэла // Вестник Белорусского государственного университета. Сер. 2, Химия. Биология. География. – 2012. – № 2. – С. 76-80
5. Селезнева Е.В. Применение лазерного сканирования в геоморфологических исследованиях // Вестник Московского университета. Сер. 5, География. – 2013. – № 2. – С. 47-53
6. Шайхиев И.Р. Геоэкологические проблемы освоения Бакчарского железорудного месторождения методом скважинной гидродобычи // Известия Томского политехнического университета. – 2013.– Т. 322.– № 1.– С. 152-157
7. Ущерб от землетрясения в Кузбассе вырос до 1,7 млрд. рублей [электрон. ресурс].–2013.– URL: <http://ria.ru/incidents/20130701/946863025.html> (дата обращения: 3.03.2014).
8. Мусихин В.В. Мониторинг процессов оседаний земной поверхности в районах интенсивного недропользования на основе интерферометрической обработки данных космического радиолокационного зондирования: дис. канд. техн. наук. Пермь. – 2012. 146 С.
9. Горский Д.А., Хоменков К.А. Оценка влияния добычи калийных солей на состояние окружающей среды в виде деформаций земной поверхности методами радиолокационной съемки в Республике Беларусь // Геоматика. – 2012. – №4. –С. 65-76
10. Жантаев Ж.Ш., Фреид А.Г. Космически радарный мониторинг смещений земной поверхности над нефтегазовым месторождением Тенгиз // Геоматика. -2012. – №1. – С. 61-72
11. Пиетранера Л., Чезарано Л., Кантемиров Ю.И. Пример мониторинга ледовой обстановки и судоходства в замерзшей акватории Азовского моря в Керченском проливе по данным COSMO-SkyMed // Геоматика. – 2012. – №1. – С. 72-77
12. Черкасов В.А., Баранов Ю.Б. Признаки нефтегазоносности акватории по данным космической радиолокационной съемки // Геоматика. – 2012. – №4. – С. 52-60
13. Soergel U. RadarRemoteSensingofUrbanAreas. Hannover: Springer. – 2012. –277 С.

14. Rosen P.A., Hensley S., Joughin I.R., LiFK, Madsen SN, Rodriguez E, Goldstein RM Synthetic aperture radar interferometry. ProcIEEE 88(3). – 2000. – С. 333–382
15. Потапов В.П. Интернет-сервис для построения интерферометрических моделей на основе данных ALOS 1.0 [Текст]/ В.П. Потапов, С.Е. Попов, А.В. Семенов // Проблемы мониторинга окружающей среды (ЕМ-2011): сборник трудов конференции (г. Кемерово, 24-28 октября 2011 г.). – Кемерово. – 2013. – С. 362-370
16. Татьков Г.И. Применение спутниковой радарной интерферометрии ALOS PALSAR для картирования ареалов распространения и измерения интенсивности криогенного пучения грунтов // Инженерные изыскания. – 2012. – №9. – С. 28-34
17. Портал. Сибирская Угольная Энергетическая Компания [электрон. ресурс]. – 2013. – URL: <http://www.suek.ru/page.php?id=35> (дата обращения: 11.03.2014).

Сведения об авторах

Потапов Вадим Петрович - директор филиала, профессор, 650025, Кемерово, ул. Руквишникова, 21, +7 (384 2) 21-15-66, e-mail: vadimptpv@gmail.com

Гиниятуллина Ольга Леоновна научный сотрудник Института вычислительных технологий СО РАН, т. 89236141713, e-mail: giniyatullina@ict.sbras.ru;

Миков Леонид Сергеевич - ведущий специалист, аспирант Института вычислительных технологий СО РАН, т.89505902332, mikov@ict.sbras.ru

УДК 614.8.01

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СОЗДАНИЯ СЗИОНТ: ПРОБЛЕМА И ЕЁ РЕШЕНИЕ

А.В. Лукьянович, А.В. Алымов, А.А. Пашков

ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

Раскрыты особенности создания СЗИОНТ в 2010-2013 годах, представлены методический подход к оценке качества создания элементов указанной системы и результаты его применения, а также подготовлены предложения по её дальнейшему развитию и совершенствованию.

Ключевые слова: СЗИОНТ, автоматизированная система, информирование, оповещение, население, транспорт, инфраструктура, безопасность.

QUALITY ASSESSMENT OF CREATING SZINT: THE PROBLEM AND ITS SOLUTION

A.V. Lukyanovich, A.V. Alymov, A.A. Pashkov

FC VNII GOChS Emercom of Russia

The article reveals the features of a SZIONT in 2010-2013, presented a methodical approach to evaluating the quality of creating elements of said system and the results of its application, as well as to proposals for its further development and improvement.

Key words: SZIONT, automated system, information, notification, population, transportation, infrastructure, security.

В 2010-2013 гг. в соответствии с [1] в России создана Комплексная система обеспечения безопасности населения на транспорте (далее – комплексная система). Создание комплексной системы осуществлялось путем реализации взаимосвязанных мероприятий в сфере транспортного комплекса, адекватных угрозам совершения актов незаконного вмешательства, в том числе террористической направленности, а также путем решения задач по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС) природного и техногенного характера на транспорте в рамках единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС. Принципы создания комплексной системы, этапы и порядок её формирования определены в Комплексной программе обеспечения безопасности населения на транспорте (далее – Программа) [2].

Одним из мероприятий Программы, ответственность за реализацию которого возлагалась на МЧС России (далее – министерство), являлось создание и внедрение системы защиты от ЧС природного и техногенного характера, информирования и оповещения населения на транспорте (далее – СЗИОНТ, Система) на объектах транспортной инфраструктуры (далее – ОТИ) различных субъектов Российской Федерации.

Целями создания СЗИОНТ [3] являлись:

- повышение защищенности пассажиров и персонала на транспорте от ЧС природного и техногенного характера;
- формирование индивидуального и общественного сознания, активной жизненной позиции и повышение грамотности населения в области обеспечения безопасности населения на транспорте;
- обеспечение возможности создания системы информационного обеспечения безопасности населения на транспорте, интегрирующей информационные ресурсы органов исполнительной власти всех уровней в области обеспечения транспортной безопасности в единое защищенное закрытое пространство.

К 31 марта 2011 г. в рамках Программы были созданы пилотные зоны во всех метрополитенах Российской Федерации (гг. Москва, Санкт-Петербург, Новосибирск, Нижний Новгород, Екатеринбург, Самара, Волгоград, Казань), а также в аэропорту, на железнодорожном, речном и автовокзале (г. Нижний Новгород). До 31 декабря 2012 г., опираясь на результаты функционирования пилотных зон, были созданы элементы СЗИОНТ в Волгоградской, Вологодской, Курской, Московской, Нижегородской, Самарской, Тульской областях, Республике Татарстан, Красноярском крае и в г. Санкт-Петербурге. А к 31 декабря 2013 г. в состав СЗИОНТ также вошли дополнительные сегменты в г. Санкт-Петербург, Самарской, Тульской, Курской, Костромской, Псковской, Белгородской, Вологодской областях, Алтайском и Красноярском крае, Республике Дагестан.

Всего, в период 2010-2013 гг., Системой было охвачено свыше 150 ОТИ в 18 субъектах Российской Федерации [4]. Ежегодно, в рамках формирования СЗИОНТ, создавались такие элементы как:

- сегменты на ОТИ;
- системы (центры) управления сегментами в центрах управления в кризисных ситуациях территориальных органов МЧС России по субъектам Российской Федерации.

Практика создания пилотных зон СЗИОНТ показала ряд недостатков концептуальных и технических решений, принятых на первом этапе создания Системы в 2011 г. и не позволяющих в полной мере достигнуть целей ее создания [5, 6], потребовались научно обоснованные предложения по совершенствованию организационно-технического обеспечения СЗИОНТ. В связи с этим возникла необходимость проведения ежегодной оценки качества создания элементов СЗИОНТ, включающей:

- проверку качества разработки исходной технической документации на создание элементов СЗИОНТ;

- проверку соответствия выполненных работ по созданию элементов СЗИОНТ требованиям исходной технической документации, а также существующим нормативно-техническим документам в области создания автоматизированных систем;
- оценку целевого предназначения и работоспособности оборудования, а также программного обеспечения созданных элементов СЗИОНТ;
- детальную фотофиксацию элементов СЗИОНТ;
- экспертную оценку эффективности элементов СЗИОНТ, основанную на результатах опросов специалистов МЧС России и других заинтересованных ведомств и организаций, ответственных за реализацию мероприятий по обеспечению безопасности на ОТИ.

Формирование экспертных оценок осуществлялось на основе опроса следующих групп:

- руководители и специалисты центрального аппарата и территориальных органов МЧС России, ответственных за создание элементов СЗИОНТ;
- руководители и специалисты ОТИ, на которых создавались сегменты СЗИОНТ.

Экспертные опросы предусматривали оценку влияния технических средств СЗИОНТ на следующие показатели:

- информированность населения в области безопасности жизнедеятельности;
- эффективность оповещения населения в условиях ЧС;
- организацию оперативного мониторинга обстановки на ОТИ;
- обеспечение обратной связи с населением в условиях угрозы и возникновения ЧС;
- обеспечение безопасности населения на транспорте в целом.

В результате обследований [5, 6], проведенных в 2011 г., был выявлен первичный и, как оказалось, максимально широкий диапазон недостатков, которые, для удобства обработки и планирования мероприятий по их устранению, были классифицированы на 3 группы:

- связанные с отсутствием установленной документации;
- связанные с незавершенностью этапов создания элементов системы (нарушение сроков договорных обязательств, отсутствие требуемых объектов СЗИОНТ и др.);
- недостатки (несоответствия, сбои в функционировании) программного обеспечения и оборудования, реализующего задачи СЗИОНТ.

Дальнейшие обследования показали, что указанные группы недостатков возникали ежегодно [7, 8].

На основе указанных групп на всех этапах формирования СЗИОНТ все её элементы классифицировались также на три группы работоспособности:

1. Нефункционирующие. Элементы СЗИОНТ не созданы или не обеспечивают выполнение всех необходимых функций;
2. Частично функционирующие. Элементы СЗИОНТ созданы, но частично функционируют – некоторые задачи выполняются не в полном объеме, работы по настройке и пуско-наладке программного обеспечения не завершены;
3. Функционирующие. Элементы СЗИОНТ созданы, функционируют и выполняют все необходимые функции.

Распределения элементов СЗИОНТ по группам представлено на рис. 1-3.

Своевременная ежегодная оценка качества создания элементов СЗИОНТ обеспечила:

- повышение качества исходной технической документации на разработку, производство и функционирование элементов СЗИОНТ;
- оптимизацию деятельности разработчиков элементов СЗИОНТ;
- контроль качества и целесообразности применения выбранных материалов, комплектующих частей и программного обеспечения, использованных для разработки элементов СЗИОНТ;

– своевременность корректировки организационно-распорядительных документов, обеспечивающая повышение качества создания и эффективности функционирования СЗИОНТ.

На рис. 4 представлена динамика изменения количественного состава групп работоспособности по отношению к общему количеству элементов СЗИОНТ, создаваемых в соответствующем году (в процентах).

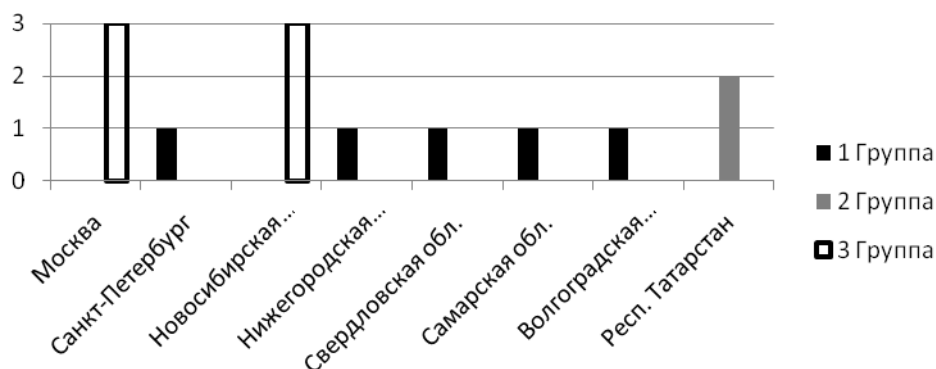


Рис. 1 – Распределение пилотных зон по группам (2011 г.)

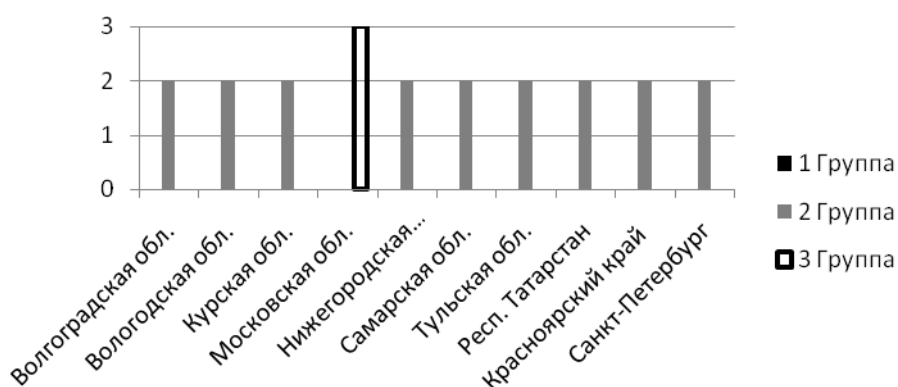


Рис. 2 – Распределение сегментов СЗИОНТ по группам (2012 г.)

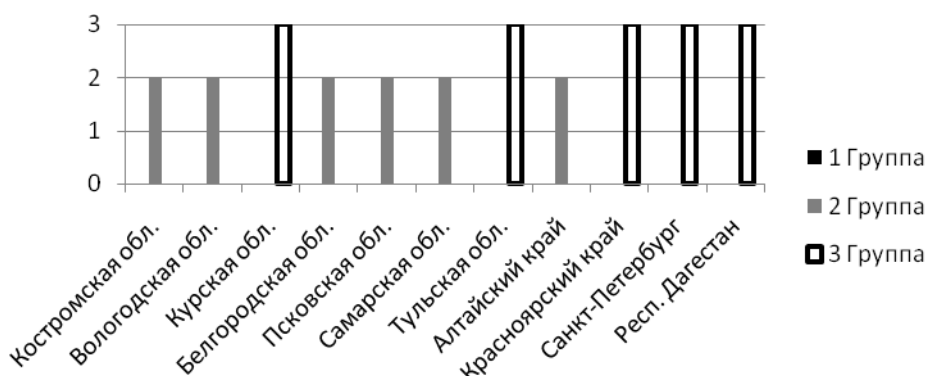


Рис. 3 – Распределение сегментов СЗИОНТ по группам (2013 г.)

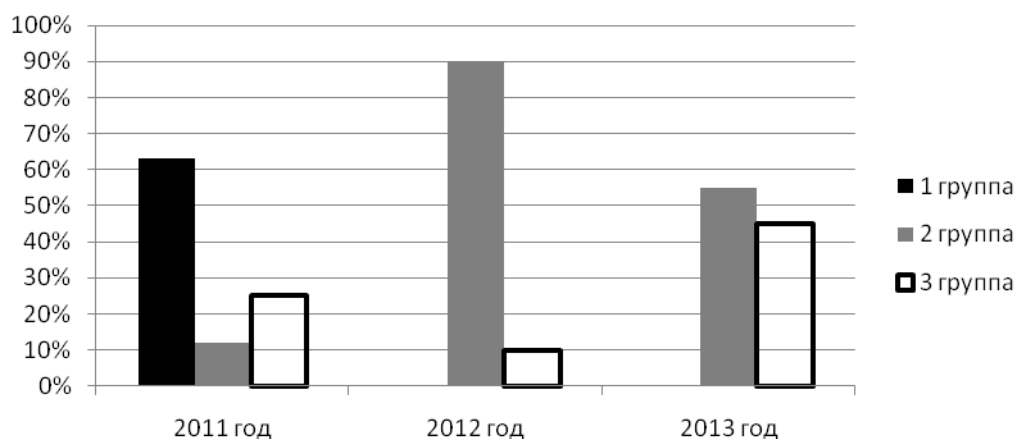


Рис. 4 – Динамика изменения количественного состава групп работоспособности по отношению к общему количеству элементов СЗИОНТ, создаваемых в соответствующем году

Данные, представленные на рис. 4, показывают, что корректировка соответствующей организационно-распорядительной документации и оптимизация деятельности разработчиков элементов СЗИОНТ, проведенные на основе результатов оценки качества создания пилотных сегментов системы, проведенной в 2011 г., позволили исключить из результатов 2012 г. группу нефункционирующих элементов. В тоже время результаты оценки 2012 г., а именно соотношение частично и полностью функционирующих элементов СЗИОНТ, вызваны слабой результативностью и нарушением сроков выполнения работ по созданию элементов системы, что потребовало ужесточения контроля деятельности организаций-разработчиков элементов СЗИОНТ. Повышение контроля качества исходной технической документации на разработку, производство и функционирование элементов СЗИОНТ, а также качества и целесообразности применения выбранных материалов, комплектующих частей и программного обеспечения, использованных для разработки элементов СЗИОНТ, позволили в 2013 г. добиться максимальных темпов, объемов и качества создания элементов системы. При этом анализ результатов оценки, проведенной в 2013 г., показал нескоординированную работу подразделений министерства, ответственных за своевременное планирование и организацию работ в рамках формирования СЗИОНТ, что повлекло нарушение сроков сдачи работ по созданию СЗИОНТ в субъектах Российской Федерации, а соответственно и росте количества элементов СЗИОНТ, попавших в группу частично функционирующих.

Анализ результатов экспертных опросов специалистов МЧС России и других заинтересованных ведомств и организаций, ответственных за реализацию мероприятий по обеспечению безопасности на ОТИ [8] показал, что элементы СЗИОНТ вносят существенный или достаточный вклад в:

- повышение информированности населения в области безопасности жизнедеятельности – по мнению 65% респондентов;
- повышение эффективности оповещения населения в условиях ЧС – по мнению 55% респондентов;
- организацию оперативного мониторинга обстановки на ОТИ – по мнению 65% респондентов;
- обеспечение обратной связи с населением в условиях угрозы и возникновения ЧС – по мнению 55% респондентов;
- обеспечение безопасности населения на транспорте в целом – лишь 48% респондентов.

Низкие значения показателей эффективности системы вызваны следующими причинами:

- недостаточное количество ОТИ охвачено элементами СЗИОНТ;
- отсутствует сопряжение с существующими системами безопасности на ОТИ (системы безопасность МВД России, Минтранса, РЖД, Метрополитенов и т.д.);
- незавершенность работ по созданию СЗИОНТ (наладка оборудования, настройка программного обеспечения и т.д.);
- слабое финансирование на содержание и обеспечение элементов системы;
- недостаточная подготовка специалистов, обслуживающих и работающих с СЗИОНТ;
- отсутствует мобильный сегмент СЗИОНТ.

Обобщая результаты оценки качества создания СЗИОНТ в период 2010-2013 гг. можно утверждать, что выявляемые недостатки различны по своей значимости. Встречались как не критичные и легко устранимые замечания, связанные, например, с нестабильной работой или частичным отсутствием заявленных функций элементов СЗИОНТ, требуемой документации, необходимостью настройки программного обеспечения или неисправностями, произошедшими в процессе эксплуатации системы, так и серьезные, связанные с полностью невыполненными основными этапами создания (такими как, например, строительно-монтажные работы, закупка нецелевого оборудования) на отдельных объектах.

Результаты исследовательских работ в области совершенствования информационного обеспечения населения на транспорте, проведенных в 2011-2012 годах [9], позволили определить перспективные направления дальнейшего развития СЗИОНТ:

- создание и совершенствование правовых основ её функционирования и развития;
- проведение организационных мероприятий по её созданию и развитию;
- развитие и совершенствование технических средств системы.

К марту 2014 г. СЗИОНТ полностью функционирует в объеме, запланированном Комплексной программой, но для исключения имеющихся недостатков, повышения качества и эффективности её функционирования целесообразно следующее:

- научное обоснование перечня ОТИ, подлежащих оснащению средствами СЗИОНТ;
- разработка методики формирования единого фонда информационного контента для СЗИОНТ;
- ужесточение контроля деятельности по планированию, организации и реализации мероприятий по развитию и совершенствованию СЗИОНТ как на уровне центрального аппарата, так и в территориальных органах МЧС России;
- выделение финансовых средств на содержание и обеспечение элементов СЗИОНТ, созданных в предыдущие годы;
- разработка единых технических требований к СЗИОНТ;
- обязательное своевременное проведение экспертизы исходной технической документации на создание (дооснащение, модернизацию) элементов СЗИОНТ в соответствующих организациях;
- проведение социологических опросов среди населения в целях оценки эффективности СЗИОНТ.

Литература

1. Российская Федерация. О создании комплексной системы обеспечения безопасности населения на транспорте [Текст]: Указ Президента Российской Федерации от 31 марта 2010 г. № 403.
2. Российская Федерация. Комплексная программа обеспечения безопасности населения на транспорте [Текст]: [утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 30 июля 2010 года № 1285-р].
3. Единые технические требования к системам защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, информирования и оповещения населения на транспорте (проект) [Текст] / ФГБУ «ИЦ ОКСИОНТ» – М. - 2013. – МЧС России.
4. Проблемы защиты населения от угроз природного и техногенного характера на транспорте: Научно-методический труд / ФГБУ ВНИИ ГОЧС – М. - 2013. – МЧС России.
5. Лукьянович А.В., Алымов А.В., Пашков А.А. Оценка готовности системы защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, информирования и оповещения населения на транспорте к функционированию в условиях угрозы возникновения и возникновения ЧС или террористических актов // Журнал "Технология гражданской безопасности", №4, 2012.
6. Выполнение работ по проведению оценки выполнения мероприятий программы по созданию системы защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, информирования и оповещения населения на транспорте [Текст]: отчет о работе. Оценка эффективности функционирования пилотных зон системы защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, информирования и оповещения населения на транспорте / ФГБУ ВНИИ ГОЧС – М. - 2011. – МЧС России.
7. Проведение мониторинга и экспертизы выполнения мероприятий программы по созданию системы защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, информирования и оповещения населения на транспорте отчет о работе. Экспертная оценка качества создания элементов СЗИОНТ / ФГБУ ВНИИ ГОЧС – М. - 2012. – МЧС России.
8. Проведение мониторинга и экспертизы выполнения мероприятий программы по созданию системы защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, информирования и оповещения населения на транспорте [Текст]: отчет о работе. Экспертная оценка качества создания элементов СЗИОНТ / ФГБУ ВНИИ ГОЧС – М. - 2014. – МЧС России.
9. Лукьянович А.В., Афлятунов Т.И., Кудрявцев В.А. Актуальные вопросы совершенствования системы информирования и оповещения на транспорте // Журнал "Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций", №1, 2013.

Сведения об авторах

Лукьянович Алексей Викторович - начальник научно-исследовательского отдела, ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 121352, Москва, ул. Давыдовская, д. 7, тел. 8(499) 445-45-07, center_kbg@mail.ru

Алымов Александр Владимирович - научный сотрудник, ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 121352, Москва, ул. Давыдовская, д. 7, тел. 8(499) 445-45-07, center_kbg@mail.ru

Пашков Андрей Александрович - научный сотрудник, (ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 121352, Москва, ул. Давыдовская, д. 7, тел. 8(499) 445-45-07, center_kbg@mail.ru

УДК 656.7.01.078.13; 658.012.2.656.7

ПРОБЛЕМЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПРЕДМЕТА БЕЗОПАСНОСТИ АВИАЦИИ

Кандидат техн. наук *Н.И. Плотников*

ЗАО Исследовательский проектный центр «АвиаМенеджер»

Исследуются проблемы определения понятий безопасности авиации. Выполнен краткий обзор основных определений. Предлагаются подходы решения проблем.

Ключевые слова: гражданская авиация, безопасность, полет.

THE PROBLEM OF IDENTIFYING THE SUBJECT OF AVIATION SECURITY

Ph. D (Tech) *N.I. Plotnikov*

Research Project Center “AviaManager”, JSC

Examines the problem of definition of aviation security. Is a brief overview of the main definitions. Approaches to solve problems.

Key words: civil aviation, aviation safety, flight.

1. Введение

На Панамериканской конвенции по аэронавигации в Гаване в 1928 году термин «безопасность» еще не был включен в авиационные словари [1]. Существующая теоретическая нечеткость основных определений безопасности в авиации имеет серьезные практические последствия. Наименования предметной деятельности составляются не для внутреннего использования производителя продукции и услуг, а для потребителя. Потребитель воздушных перевозок имеет право знать, как различать качество услуги, предлагаемой авиаперевозчиком в полете, и как можно определить качество поставщика услуги вне полета. До настоящего времени мировое авиационное сообщество ведет поиск приемлемых определений безопасности в авиации, что подтверждается постоянными поправками формулировок в стандартах ИКАО по безопасности полетов (БП) авиационной безопасности (АБ) [2, 9, 10, 11]. Понимание важности безопасности полетов подтверждается тем, что основные определения доступны общественности на сайте Минтранса РФ. Содержание проблемы раскрывается при анализе содержания существующих определений и терминов.

2. Обзор определений безопасности гражданской авиации

Определения формировались в понятиях «безопасность полетов» (БП) и защищенности авиации в целом – в понятии «авиационная безопасность» (АБ).

Определение ИКАО «Авиационная безопасность» в [7] устанавливается: 1. Комплекс мер, а также людские и материальные ресурсы, предназначенные для защиты гражданской авиации от актов незаконного вмешательства. 2. Состояние защищенности авиации от незаконного вмешательства в деятельность в области авиации. Понятие «акт незаконного вмешательства» (АНВ) означает противоправные действия, в том числе террористические акты, которые могут угрожать безопасности

транспортного комплекса. АНВ определяются как «акты или попытки совершения актов, создающие угрозу безопасности гражданской авиации и воздушного транспорта» и подразделяются на шесть групп.

Определение безопасности полетов НПП ГА-85. В отечественной практике длительное время использовалась формулировка: «Безопасность полетов - комплексная характеристика воздушного транспорта и авиационных работ, определяющая способность выполнять полеты без угрозы для жизни и здоровья людей». Исследуем формулировку. Словосочетание «комплексная характеристика» содержит два отвлеченных понятия: «комплексная» и «характеристика». Понятие характеристики несет смысл общего описания свойств (величин) и состояний объекта. Понятие комплексной, то есть, сложной деятельности еще более делает словосочетание размытым. Данное обобщение отождествляет полет со всей деятельностью. Полет является концентрированным воплощением всех процессов участников транспортного комплекса. Однако в хозяйственной деятельности организации существуют другие процессы и функции, которые в ином содержании не менее «комплексно характеризуют» качество деятельности: стратегическое управление, администрирование, управление персоналом, коммерция, финансы, информационные технологии. Вторая часть формулировки «способность выполнять полеты без угрозы для жизни и здоровья людей» также составляет проблему. Слово *способность* более применимо к субъекту деятельности, к людям, а не к сложным объектам, каким является воздушный транспорт. Выполнять полеты без угрозы, то есть, гарантировать исключение любого ухудшения качества деятельности, принципиально невозможно.

Определения безопасности полетов ИКАО. Международным сообществом приняты несколько последовательно корректируемых определений. РУБП ИКАО Doc 9859 AN/460-2006: «Безопасность полетов - состояние, при котором риск причинения вреда лицам или нанесения ущерба имуществу снижен до приемлемого уровня и поддерживается на этом либо более низком уровне посредством непрерывного процесса выявления источников опасности и контроля факторов риска» [10]. РУБП ИКАО Doc 9859 AN/474-2009: «Безопасность. Состояние, при котором возможность причинения ущерба лицам или имуществу снижена до приемлемого уровня и поддерживается на этом или более низком уровне посредством постоянного процесса выявления факторов опасности и управления факторами риска для безопасности полетов» [11]. Приложение 19 к Конвенции ИКАО 2013 года [8]: «*Безопасность полетов*: состояние, при котором риски, связанные с авиационной деятельностью, относящейся к эксплуатации воздушных судов или непосредственно обеспечивающей такую эксплуатацию, снижены до приемлемого уровня и контролируются. *Инцидент*: любое событие, кроме авиационного происшествия, связанное с использованием воздушного судна, которое влияет или могло бы повлиять на безопасность эксплуатации. *Показатель эффективности обеспечения безопасности полетов*: основанный на данных параметр, используемый для мониторинга и оценки эффективности обеспечения безопасности полетов. *Риск для безопасности полетов*: предполагаемая вероятность и серьезность последствий или результатов опасности».

3. Содержание проблемы определений

Определение ИКАО авиационной безопасности в [7] состоит из двух пунктов, содержание которых по смыслу идентичны и практически сводятся к защите от АНВ (предмет АНВ подробно рассмотрен в работе [5, сс. 212-229]). Понятие «авиация» является понятием несравненно большего объема, чем понятие АНВ. АНВ направлены на производство полетов, а также в части аэропортовой инфраструктуры. Наибольшая часть всех процессов авиации, в частности в авиастроении, не может быть объектом АНВ. Таким образом, свертка понятий АБ к АНВ совершенно не оправдана теоретически и технически.

Рассмотрим определения безопасности полетов. Определения [10, 11] тождественны. Только во втором изменена последняя часть предыдущего содержания: «...посредством постоянного процесса выявления факторов опасности и управления факторами риска для безопасности полетов». Совокупность предлагаемых стандартами понятий: *безопасности, приемлемости, риска, ущерба, выявления или управления факторами на этом или более низком уровне* – собранных в одной формулировке, до сих пор обсуждается авиационной общественностью, в том числе в наших работах [4,5,6]. В [8] также очевидны размытые формулировки определений: «состояние, при котором риск...», «показатель¹..., основанный на данных параметр²...», «риск для (?) безопасности...», «...последствий или результатов опасности». Предписания ИКАО «Стандарты и рекомендованная практика» в данном изложении представляют собой непреодолимый барьер понимания как исследователям так и практикам воздушного транспорта.

Определения сформированы в *концепции приемлемого уровня безопасности полетов*. Введение данной концепции отвечает необходимости использовать подход, основанный на *показателях, уровнях и требованиях* безопасности. Показатели являются мерой результатов, достигнутых в обеспечении безопасности полетов. В настоящее время приняты четыре основных и четыре дополнительных показателя, которые показывают меру ущерба уже свершившихся происшествий. Под уровнем понимается достигнутое состояние, рассчитываемое как совокупность показателей. Для достижения соответствующих показателей безопасности и заданных уровней безопасности полетов устанавливаются требования. Они включают эксплуатационные процедуры, технические средства, системы и программы, для которых устанавливаются показатели.

Мы рассматриваем назначение (качества, свойства) транспортного комплекса в параметрах или состояниях безопасности, надежности, риска. Совокупность этих трех важнейших понятий в настоящее время составляет дефицит современных теоретических разработок и серьезную теоретическую проблему. Пусть множество хозяйственных функций авиаперевозчика описываются линейной функцией $W(w_1x_1, w_2x_2, \dots, w_ix_i, \dots, w_nx_n)$, где w_i и x_i – функция и вводимая переменная i -й структуры бизнеса. Приемлемые и задаваемые уровни levels безопасности полетов являются тождественным целям и задачам общей деятельности авиакомпании. Уровень может быть рассчитан натуральным числом $\bar{L}$. Установленное число показателей performances также рассчитывается четким значением $\bar{P}$. Требования requirements $\tilde{R}$ – нечеткие величины, являются рекомендациями к разработке программ безопасности и исключительной ответственностью авиаперевозчиков. Иначе:

$$\bar{P}\{\tilde{R}(W)\} \rightarrow \bar{L} \quad (1)$$

В выражении (1) предписывается достижение уровня безопасности одного процесса одной функции производства (полетов) через наблюдение ограниченного числа показателей, формируемых нечеткими требованиями всех процессов и функций. То есть, на-

¹Показатель: (σ) структурные количественные характеристики и степень проявления параметра какого-либо свойства объекта. Пример: свойство ЛА перемещаться в трехмерном пространстве структурируется на параметры: направление, высота, скорость. Параметр скорости структурируется в показатели: скорость взлета, скорость набора высоты, скорость снижения, скорость посадки.

²Параметр (от др.-греч. *παράμετρος* — соразмеряю) — величина, значения которой служат для различения групп элементов некоторого множества между собой; Параметр. Величина, используемая в описании распределения вероятностей некоторой случайной величины (ГОСТ Р 50779.10-2000); π — характеристика свойств и состояний объекта. Пр.: скорость движения, температура, давление, масса.

блюдение единичного через общее. В [1] авиаперевозчику необходимо решать задачу: структурировать хозяйственные функции таким образом, чтобы их любое множество *определенно* сводилось к показателям и уровням безопасности.

Совокупность проблемы идентификации предмета безопасности в авиации, понятийных описаний, определений и терминов состоит в дефиците теоретических разработок, следствием которого является нормативная нечеткость и несостоятельность современных стандартов безопасности в авиации.

4. Подходы преодоления проблемы определений безопасности

«Авиационная безопасность». Одним из вариантов устранения вышеизложенных трудностей и неопределенности определений понятие АБ возможно использовать как родовое понятие классификации, структурированной на классы [АБ: гражданская, военная, промышленная авиация, авиация общего назначения (АОН)], каждая из которых определяется в процессах {БП, защита от АНВ, производственная, коммерческая, финансовая безопасность или защищенность}.

Понятия «опасность» и «безопасность» могут рассматриваться как несогласимые противные. Лексико-грамматические нормы русского языка определяют, что существительное *безопасность* с префиксом *без-* называет отсутствие признака предмета. То есть, безопасность есть полное отсутствие опасности. Вследствие этого невозможно наблюдение (измерение, оценивание, исчисление) объема реальности, на которую указывает понятие, также неправомерно применение словосочетаний «менеджмент (управление, регулирование, обеспечение) безопасности» отсутствующего предмета. Преодоление данного затруднения возможно смысловой заменой синонимом *защищенность*, что и выполняется во многих стандартах нормативной базы техносферной безопасности. Следовательно, допустимо использование слова безопасность в разных словосочетаниях *управление безопасностью*, предполагая или буквально заменяя словом защищенность. Понятие «безопасность» в данном случае обладает единственным признаком согласимости понятий «опасность» и «защищенность», рис. 1.

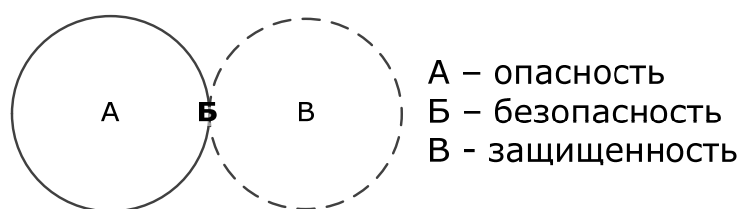


Рис. 1. Перекрещивание понятий по одному признаку (в одной точке)

Авиация, лат. *avis* – птица, подразумевает перемещение объекта (птицы) в воздушном пространстве, то есть – полет. Синонимия пары «авиация – полет» создает трудность определения понятий «авиационная безопасность» и «безопасность полетов». Подобную смысловую проблему составляет перевод англоязычных терминов безопасности на русский язык. Термины *safety* и *security* переводятся в значениях: *защита, охрана, защищенность, сохранность*, а также *безопасность*. Однако термин *безопасность* применяется как предпочтительный. Соответственно, создаются трудности в использовании и терминологическом понимании словосочетаний.

5. Выводы

Идентификация предмета исследования, предметной области деятельности осуществляется в суждениях. Суждение состоит из представления и понятия. Представления обладают неясным содержанием и неотчетливостью объемов знаний. «Представление есть мысль о предмете, содержащая в себе любые различные в нем признаки (стороны предмета). Понятие есть мысль о предмете, содержащая в себе лишь те различные признаки, которые образуют целое, служащее основанием для системы следствий» [3, с. 85]. Значение определения понятий состоит в том, что они являются предельной языковой формой для последующего нормирования деятельности.

Выполненная оценка исследуемых понятий безопасности позволяет сделать вывод о допустимости дальнейшего логического анализа и формирования определений по правилам логической науки. Для выполнения данной задачи составляются сочетания пар понятий «подчиняющее–подчиненное», устанавливаются основания деления объемов для каждого из определяемых понятий.

Литература

1. Акимов В.А. Катастрофы и безопасность. / В.А. Акимов, В.А. Владимиров, В.И. Измаков. - М.: Деловой экспресс. - 2006. – 387 с.
2. ГОСТ Р 51898-2002 Аспекты безопасности. Правила включения в стандарты. - М.: Стандартинформ. - 2006.
3. Лосский Н.О. Логика. – Обелиск. - 1923. – 168 с.
4. Плотников Н.И. «Можно ли управлять безопасностью деятельности: обсуждение выхода (РУБП) Doc 9859 AN/460 ИКАО» // ВИНТИ. Проблемы безопасности полетов. – 2008. - № 10. – с. 19-23.
5. Плотников Н.И. Проектирование транспортных комплексов. Воздушный транспорт. Монография. – Новосибирск: ЗАО ИПЦ «АвиаМенеджер». - 2010. – 393 с.
6. Плотников Н.И. Разработка определений безопасности в авиации // ВИНТИ. Проблемы безопасности полетов. - 2011. - № 12. - С. 37-42.
7. Приложение 17 к Конвенции о международной гражданской авиации. Безопасность. Защита международной гражданской авиации от актов незаконного вмешательства. – ИКАО. – 2006. – 41 с.
8. Приложение 19 к Конвенции о международной гражданской авиации. Управление безопасностью полетов. ИКАО. - 2013. – 44 с.
9. Руководство по предотвращению авиационных происшествий. ИКАО Doc 9422-AN/923 – 1984. – 138 с.
10. Руководство по управлению безопасностью полетов (РУБП) Doc 9859 AN/474 ИКАО. – 2009.
11. Руководство по управлению безопасностью полетов (РУБП) Doc 9859 AN/460 ИКАО. - 2006. – 364 с.

Сведения об авторе

Плотников Николай Иванович, Генеральный директор ЗАО Исследовательский проектный центр «АвиаМенеджер». 630078 Новосибирск, ул. Выставочная, д. 17, к. 75; тел/факс: +7 (383) 351-80-65; моб: +7-913-739-6668; E-mail: am@aviam.org

УДК 004.89:616.9

ЭВОЛЮЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ РАЗВИТИЮ ИНФЕКЦИОННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Доктор техн. наук *Л.С. Болотова*

МИЭМ НИУ ВШЭ

А.Б. Сорокин

МГТУ МИРЭА

В данной работе, в порядке развития предложенной ранее системы поддержки принятия решений для противодействия инфекционным заболеваниям (СППР «ПРИЗ»), предлагается эволюционная модель (ЭМ), расширяющая возможности прогнозно-аналитических исследований по изучению процессов распространения инфекционных заболеваний для отдельных городов и территорий, страны в целом, а также заблаговременной оценки путей решения проблем, их профилактики и терапии на исследуемых территориях.

Ключевые слова: система поддержки принятия решений, противодействие, инфекционное заболевание, прогнозирование, эволюционная модель, имитационное моделирование, имитационная динамическая модель, оптимизация, индексы эффективности, генетический алгоритм, метод ситуационного анализа предметной области, знаковая модель.

THE EVOLUTIONARY MODEL OF CHOICE OF OPTIMAL SOLUTIONS TO COUNTER THE DEVELOPMENT OF INFECTIOUS DISEASES

Dr. (Tech.) *L.S. Bolotova*

MIEM SRU HSE

A.B. Sorokin

MSTU MIREA

In this work, in order of development of the previously proposed decision support system to counteract the development of infectious diseases (DSS «CDID») it is proposed evolutionary model (EM), that extends the capabilities of forecast – analytical studies on the spread of infectious disease processes for individual cities and areas of the country as a whole, as well as early assessment of ways solutions to the problems of prophylaxis and therapy in the study territories.

Key words: decision support system, counteraction, infectious disease, prediction, evolutionary model, simulation modeling, system dynamics simulation modeling, optimization, efficiency indices, genetic algorithm, method of situation analysis of subject domain, sign model.

Введение

Человечество противодействовало инфекционным болезням на протяжении всей своей истории, но болезнетворные микроорганизмы до сих пор обладают огромным патогенным потенциалом. Практика борьбы с большинством инфекций показывает, что «искоренить» их невозможно, в лучшем случае их можно только «контролиро-

вать». Экологические и климатические изменения, миграционные процессы и многие другие факторы, стимулируют возникновение «новых» инфекций и стремительное распространение уже известных.

На протяжении последних лет произошли существенные изменения в структуре заболеваемости инфекционными болезнями: повышается медицинское и социальное значение вирусных гепатитов, ВИЧ-инфекции, внутрибольничной инфекции, растет заболеваемость природно-очаговыми болезнями. Особое значение в настоящее время приобретают вопросы организации и проведения профилактических и противоэпидемических мероприятий в чрезвычайных ситуациях, включая угрозу биотерроризма [1].

Затраты на профилактику инфекционных заболеваний, лечение больных и реабилитацию переболевших – огромны, только экономические потери от гриппа и ОРВИ в г. Москве за 2012 год составили более 28 млрд. руб., при этом известна сезонность этих эпидемий. Соответственно встает вопрос об обоснованности проводимых противоэпидемических мероприятий. Необходимо анализировать не просто эффективность, а эффективность/стоимость медикаментозных вмешательств базируясь на положении о том, что ввиду ограниченности ресурсов здравоохранения, неэффективное расходование средств означает невозможность оказать помощь больным людям.

В этой связи необходимы опережающие научные исследования по анализу и прогнозу вероятных сценариев развития эпидемий, которые могут появиться в результате чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Особенно актуальны исследования по оценке лечебно-профилактической эффективности различных противовирусных препаратов.

Обычно для выявления черт эпидемического процесса или для определения оценки качества и эффективности предлагаемых противоэпидемических мероприятий проводят натурные эксперименты, которые заключаются в формировании групп наблюдения с профилактикой восприимчивых людей и терапией больных. Натурные эксперименты дают объективную и уникальную информацию для расчета различных эпидемиологических параметров, однако провести наблюдения, когда единицей измерения является не конкретный человек, а население определенного города или региона невозможно.

Единственный выход – математическое сценарное моделирование эпидемий на основе применения реальной вирусологической и эпидемиологической информации, локальных оценок лечебно-профилактической эффективности медицинских препаратов в опытных и контрольных группах [2].

Для решения сформулированных проблем ранее была предложена система поддержки принятия решений «ПРИЗ» (СППР «ПРИЗ») [3, 4, 5]. В данной работе, в порядке её развития, предлагается эволюционная модель (ЭМ), расширяющая возможности прогнозно-аналитических исследований по изучению процессов распространения инфекционных заболеваний для отдельных городов и территорий, страны в целом, а также заблаговременной оценки путей решения проблем, их профилактики и терапии на исследуемых территориях. ЭМ использует аналогии с естественными процессами селекции и генетическими преобразованиями, протекающими в природе (ЭМ «ПРИЗ»).

Проблема моделирования эпидемий

Для отражения динамики эпидемий наиболее широкое распространение получила модель О.В. Барояна - Л.А. Рвачева, основанная на методологии математического моделирования эпидемий – «Эпиддинамика» (иногда это направление называют «классическим») [6]. Данная методология основана на методе научной аналогии эпидемического процесса (процесс «переноса» возбудителя инфекции от больных к здоровым) с процессом «переноса» материи (энергии, импульса и др.) в уравнениях математической физики

[7]. Состояние инфицирования в каждом из индивидов характеризуется индивидуальным временем τ , прошедшим с момента его заражения, а «поток возбудителя» от источников инфекции к восприимчивым лицам характеризуется календарным временем t . В соответствии с этим представлением, плотность потока описывается функцией трех переменных, а уравнение непрерывности (1) имеет следующий вид:

$$\partial \rho / \partial \tau + \partial \rho / \partial t + \operatorname{div}(\rho * v) = 0 \quad (1)$$

где, $\rho = \rho(\tau, t, a)$ – плотность потока в точке «а» в виртуальном пространстве представленный эпидемического процесса, $v(\tau, t, a)$ – поле скоростей в точке «а», $\operatorname{div}(\rho * v)$ – математическая операция с потоком (дивергенция или расходимость потока). При этом $\partial / \partial \tau = 1$, что характеризует однородность времени эпидемического процесса, где t – календарное время; τ – «индивидуальное» время, прошедшее с момента заражения индивидуума.

Таким образом, классическая математическая модель (КММ) развития эпидемического процесса описывается системой интегро-дифференциальных уравнений в частных производных с начальными условиями, включающие переменные и параметры.

С помощью данной модели в ГУ НИИЭМ им. Н.Ф.Гамалеи РАМН была реализована уникальная «коллекция» КММ для изучения эпидемий и вспышек значимых инфекций с феноменологией типа *PSEnImRF* (рис.1), где: *Population (P)* – население моделируемой территории; *Susceptible (S)* – здоровые люди, восприимчивые к заболеванию; *Exposed (En)* – люди, заболевание у которых находится в инкубационном периоде («п» – стадии инкубационного периода); *Infectious (Im)* – инфекционные больные («т» – стадии различных клинических форм инфекционного заболевания); *Recovered (R)* – переболевшие моделируемым заболеванием (иммунные) люди; *(Final) F* – погибшие от осложнений.



Рис.1 Схема стадий-состояний развития эпидемии

Однако, такие КММ являются полностью детерминированными, решение которых приводит к затухающим колебаниям. Это никак не соответствует реально наблюдаемой картине эпидемиологического процесса, т.к. воздействия внешней среды имеют, как правило, случайный, часто непредсказуемый характер. При этих условиях применение математического аппарата не представляется возможным и остается практически единственное решение для построения эпидемиологической модели – имитационное моделирование (ИМ).

ИМ в широком смысле представляет собой целенаправленные серии многовариантных исследований, выполняемых на компьютере с применением математических моделей [8]. Существуют различные подходы к ИМ, классификации имитационных моделей и языков моделирования. При выборе имитационного подхода рассматриваются модели с высоким уровнем абстракции, т. к. при моделировании эпидемиологического процесса, происходящего на больших территориях, необходимо абстрагироваться от индивидуальных объектов и их поведения. Существует два основных подхода к ИМ: агентное моделирование (АМ) и имитационное динамическое моделирование (ИДМ).

АМ – метод, исследующий поведение децентрализованных агентов, и то, как это поведение определяет поведение всей системы в целом. Индивидуальное поведение каждого агента образует глобальное поведение моделируемой системы. Таким образом, поведение всей системы складывается из взаимодействия ее частей - агентов, поэтому при моделировании глобальных структурных зависимостей (территорий с большим населением и боль-

шим множеством параметров модели и состояний агентов) для проведения вычислений необходимы мощные компьютеры. Нами агентная модель применялась при имитировании транспортных потоков в системе предупреждения и противодействия ИЗ. [4].

ИДМ – направление в изучении сложных систем, исследующее их поведение во времени и в зависимости от структуры элементов системы и взаимодействий между ними. Процессы, происходящие в реальном мире, в ИДМ представляются в терминах накопителей (например, людей), потоков между этими накопителями и информации, которая определяет величину этих потоков. Необходимо также отметить следующие важные моменты:

- Математически, ИД модель – это система дифференциальных уравнений и, в этом смысле, является прообразом КММ. Тем самым поддерживается привычный образ мышления эпидемиологов;
- ИД модель поддерживает глобальные структурные зависимости и, соответственно, для модели необходимы соответствующие данные и, следовательно, соответствующий уровень сбора данных.

В данном случае, ИДМ позволяет строить более адекватные модели эпидемий с феноменологией типа *PSEnImRF* и получать достоверные результаты, подтвержденные КММ.

Имитационная динамическая модель противодействия эпидемии

Формальной основой ИДМ, как говорилось выше, являются дифференциальные модели, в которых используются представления динамических процессов в пространстве состояний. В целом, это - метод разработки моделей системной динамики, который характеризуется как способ структуризации дифференциальных моделей, базирующийся на концепции потоковой стратификации систем. При этом применяется особая техника графического описания структур моделируемых систем. Основу этой техники составляет так называемые диаграммы потоков и накопителей (ДПН), которые позволяют осуществлять декомпозицию сложной системы с последующей композицией (рис.2).

Накопители – элементы ДПН, характеризующие накопление потока, изображаются прямоугольником, и задают статическое состояние моделируемой системы. Значение накопителя в каждый момент времени характеризуется уровнем, который выражается конечно-разностным уравнением (2):

$$X(t+h) = x(t) + h*V(t), \quad (2)$$

где t – модельное (системное) время;

h – изменение (приращение) времени – шаг моделирования;

$x(t), x(t+h)$ – значение уровня в моменты времени;

$V(t)$ – скорость изменения уровня, т.е. величина его изменения за единицу времени.

Уровень накопителя изменяется с течением времени, согласно существующим в системе потокам. Таким образом, потоки задают динамику системы.

Поток – элемент ДПН, который вливается в уровень (исток) или вытекает из него (сток), определяет изменение уровня накопителя. Поток принято обозначать в виде двойной стрелки с изображением, напоминающим вентиль посередине (рис. 2).

Значение потока в каждый момент времени характеризуется темпом. Темп – это совокупность параметров, определяющих скорость изменения уровня. В формуле (2) $V(t)$ является темпом. Закон изменения темпа задается функциональной зависимостью (3):

$$V(t) = F(p_1(t), p_2(t), \dots, p_k(t)), \quad (3)$$

где t – модельное (системное) время;

$V(t)$ – темп на момент времени t ;

F – произвольная функция от k – аргументов;

$p_i(t)$ – параметры модели, значения которых в момент t известны.

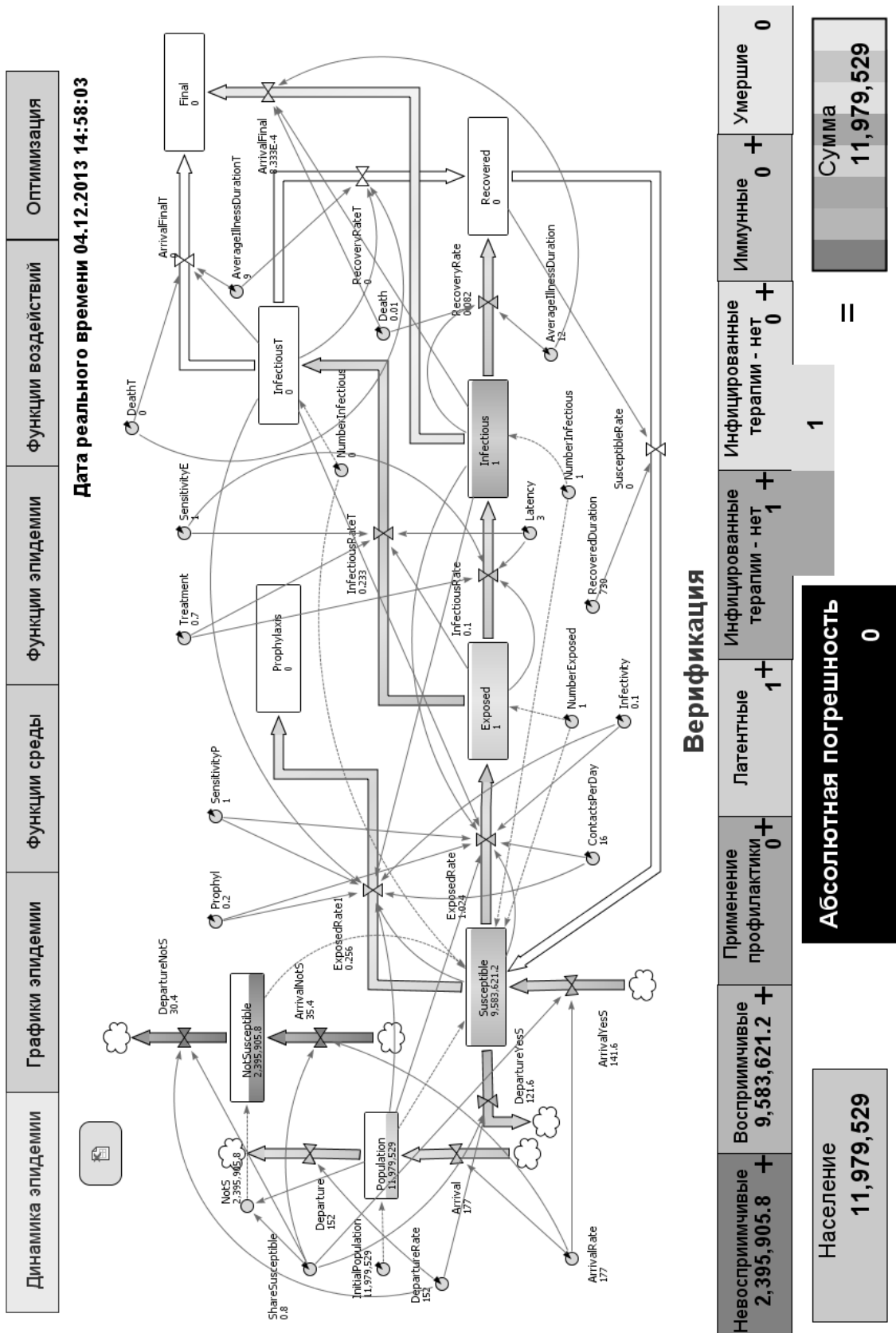


Рис.2 Диаграмма потоков и накопителей модели PS2E2I2RF

При построении ДПН следует учитывать, объекты, находящиеся за границами рассмотрения модели. Если поток проистекает извне, то на его начальном конце рисуется общепринятый для таких случаев в системной динамике символ «облако»: На конечной точке стрелки потока «облако» рисуется, если поток течет не в какой-то накопитель, а «в никуда» (например, в рамках текущей модели, нас просто не интересует, куда именно). Данным символом на рис.2 обозначены истоки – увеличение населения и стоки – уменьшение населения.

Согласно нотации ИДМ все взаимосвязи в ДПН должны быть заданы графически, т.е. все упоминаемые в формуле потока или накопителя параметры и переменные должны быть соединены с ними связями. Связи имеют полярность, положительную или отрицательную:

- Положительная связь, означает, что два элемента ИДМ изменяют свои значения в одном направлении, т.е. если значение элемента, из которого направлена связь, уменьшается, значение другого элемента тоже уменьшается. Аналогично, если увеличивается значение одного элемента, то и значение зависимого от него элемента тоже увеличивается.
- Отрицательная связь, означает, что два элемента ИДМ изменяют свои значения в противоположных направлениях, т.е. если значение элемента, из которого направлена связь, уменьшается, то значение другого элемента увеличивается, и наоборот.

При построении ИД модели противодействия эпидемиям была выбрана модель с феноменологией типа *PS2E2I2RF*, в которую, кроме описанных выше пулов, включены: *NoSusceptible* – люди невосприимчивые по каким либо причинам к заболеванию; *Prophylaxis* – количество людей охваченные профилактическими мерами; *InfectiousT* – количество больных охваченные терапевтическими мерами. Между пулами-накопителями существуют потоки, которые можно разделить на «инфекционные», «противодействия» и «среды». Инфекционные потоки соответствуют схеме стадий-состояний развития эпидемии (рис.1). Потоки противодействия эпидемиям обусловлены профилактическими и терапевтическими мерами. Потоки среды находятся за границами рассмотрения модели и связаны с увеличением и уменьшением населения. Соответственно, каждый поток обладает функциональной зависимостью параметров, которые можно классифицировать в соответствии с потоками ИД модели.

Для большинства инфекционных заболеваний характерно наличие выраженных изменений во времени, причем наряду с медленными трендами, имеются и скачки, как хаотические, так и регулярные. Внутригодовые перепады и многолетняя цикличность заболеваемости считаются следствиями изменений различных факторов: активности механизма передачи возбудителя, условий среды, демографических и биологических процессов, межпопуляционных отношений и многих других. Поэтому для построения адекватной ИД модели *PS2E2I2RF* процесса необходимо параметры, влияющие на эти изменения, представить не как константы, а как функции (рис. 3). Тогда модель не просто воспроизводит близкую к реальности картину противодействия эпидемиологическому процессу, но позволяет получить связи с другими прогнозами ЭМ «ПРИЗ».

На функции модели (среды, эпидемии, воздействий) оказывает влияние шаг прогноза. Под шагом прогноза понимается интервал времени, через который вычисляются все параметры модели (рис.4) и устанавливаются новые изменения (рис. 3). На протяжении шага прогноза все параметры функций модели считаются постоянными и определенными.

На каждом шаге прогноза происходит верификация параметров модели (рис.2, 4) в ходе, которой проверяется правильность реализации моделирующего алгоритма в данный момент времени. При верификации должно выполняться следующее условие:

Уровень накопителя «Население» = Сумме уровней накопителей: «Невосприимчивые», «Восприимчивые», «Население, охваченное профилактическими мерами», «Латентные», «Инфицированные», «Инфицированные охваченные терапевтическими мерами», «Иммунные», «Умершие».

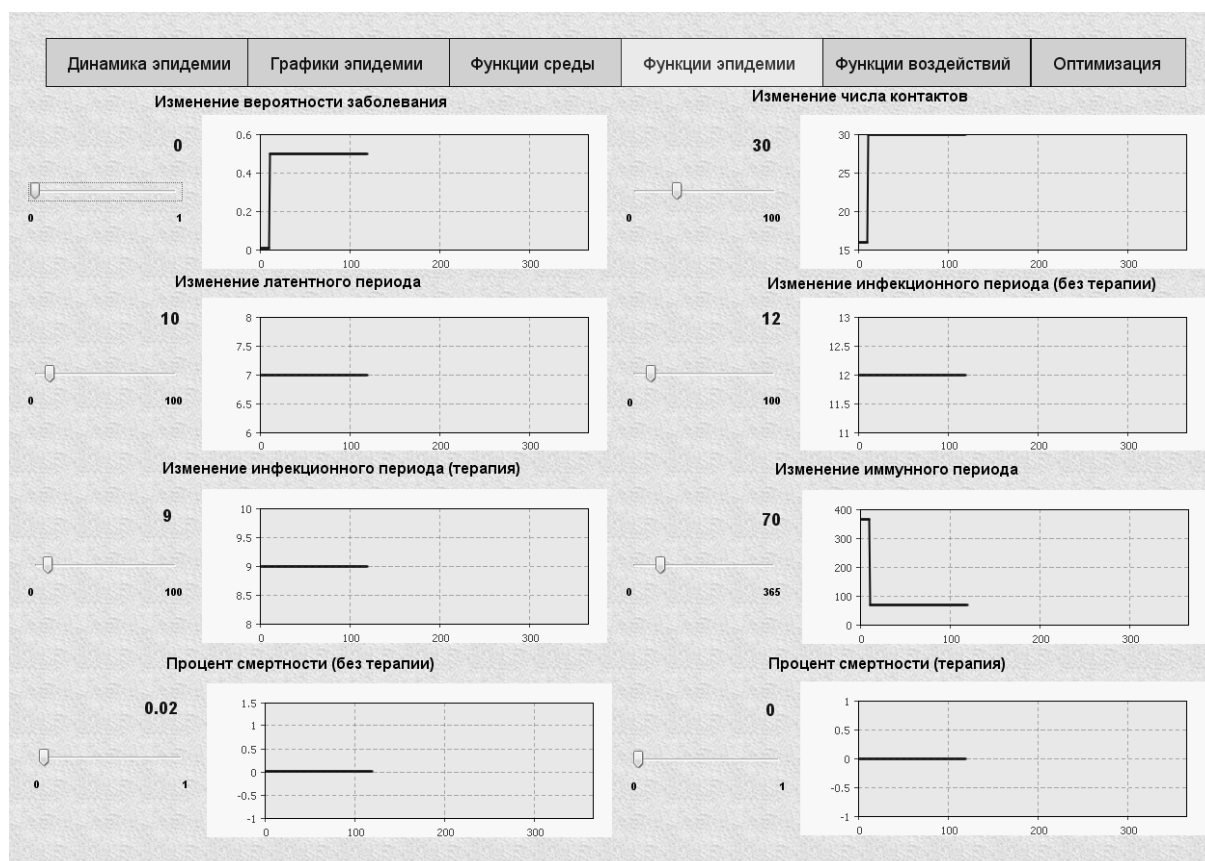


Рис. 3 Функции эпидемии

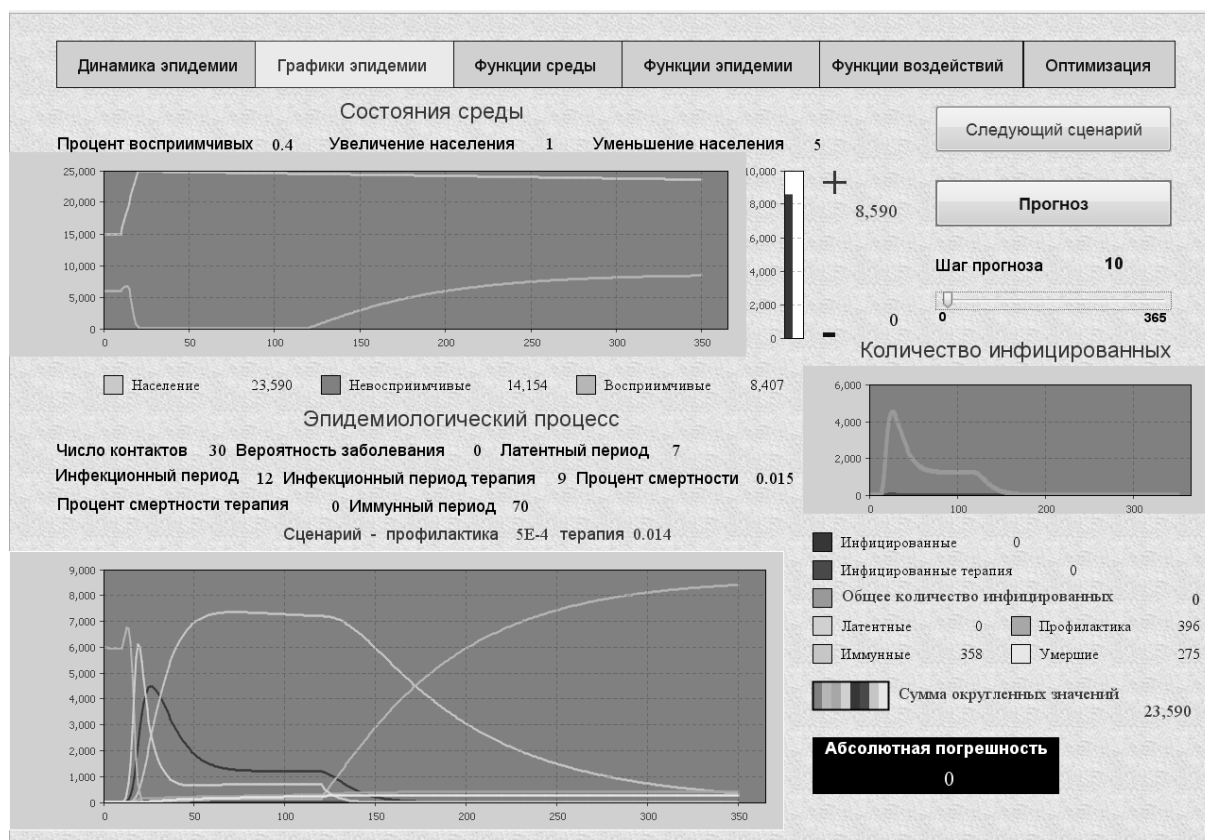


Рис.4 Сбор данных об эпидемиологическом процессе

Следует отметить, что в разработанной ИД модели интервал шага прогноза устанавливается как фиксированный, так и переменный. При переменных величинах, шаг измеряется интервалом до следующего события, т.е. до изменения прогноза поступающего от других подсистем - модулей СППР «ПРИЗ», при таком условии система работает в реальном времени. Фиксированный шаг применяется для проведения экспериментов по различным сценариям и, как правило, соответствует модельному времени. После проведения эксперимента устанавливается «Следующий сценарий» (рис.4), а предыдущий сохраняется в базе данных.

Эксперименты моделируются по четырем типам сценариев (табл.1), которые можно разделить по степени применения мер профилактики (МП), мер терапии (МТ).

Таблица 1

Тип сценария	МП	МТ	Охват МП, %	Охват МТ, %	Чувствительность к МП	Чувствительность к МТ
С1 контрольный	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
С2 опытный	Есть	Нет	Есть	Нет	Есть	Нет
С3 опытный	Нет	Есть	Нет	Есть	Нет	Есть
С4 опытный	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть

При моделировании эксперимента подразумевается, что в «Опытных» сценариях люди получают испытываемый препарат, а при «Контрольных» – плацебо. Тем самым сохраняются все общие положения дизайна натурного эксперимента.

После проведения эксперимента осуществляется сбор информации об уровне заболеваемости и проявлениях эпидемического процесса во времени по различным сценариям. Основными критериями оценки эффекта массового охвата мерами профилактики и терапии служит не только показатель количества инфицированных людей, но и показатель смертности, изменения в характере сезонности и цикличности. ИД моделью предусмотрено определение индекса эффективности профилактики (ИЭ_П), индекса эффективности терапии (ИЭ_Т) и индекса эффективности профилактики и терапии (ИЭ_ПТ) (рис. 5).

ИЭ отражают отношение (4):

$$\text{ИЭ} = B/A, \quad (4)$$

где В – заболеваемость в контрольном сценарии;

А – заболеваемость в опытном сценарии.

ИЭ показывает, во сколько раз заболеваемость у людей принимающих плацебо выше, чем у людей принимающих противовирусные препараты. Следует отметить, что стоимость лекарств и расходы на лечение является важным фактором в изменении схем лечения инфекционных заболеваний. Необходимо учитывать российскую тенденцию сокращения медицинских расходов и низкий уровень жизни населения. ИД моделью выделяется не только эпидемиологическая эффективность, но и экономическая – рассчитывается стоимость каждого сценария (рис.5).

Прогон имитационной модели обеспечивает, в лучшем случае, получение результатов в нескольких точках пространства поиска решений. Поэтому требуется реализация серии экспериментов на имитационной модели в большой области поиска, целенаправленность которых обеспечивается лицом принимающим решение (ЛПР) [9]. В результате составляется база данных множества проведенных экспериментов по различным сценариям, при этом ЛПР необходимо из всего спектра выбрать наилучший (оптимальный) сценарий *PS2E2I2RF*.



Рис.5 Расчет критериев эффективности

Сама по себе ИД модель не позволяет получить выбор оптимального решения. Поэтому для принятия решения необходимо использовать сложное сочетание ИДМ и эвристических подходов, в частности, гибридный генетический алгоритм (ГГА). Комплексное использование ИД модели противодействия эпидемии (ИДМПЭ) и ГГА выбора оптимального сценария (ГГАВ) обеспечит ЛПР поддержку при принятии решения.

Гибридный генетический алгоритм выбора оптимального сценария для противодействия эпидемии

ГА представляет собой метод эвристической оптимизации, основанный на концепциях естественного отбора и генетических преобразований [9]. ГА работают на основе начальной информации, в качестве которой выступает популяция альтернативных решений P . Популяция, есть множество элементов (5):

$$P^t = \{P_1, P_2, \dots, P_b, \dots, P_{Np}\}, \quad (5)$$

где t – номер генерации ГА;
 Np – размер популяции.

Каждый элемент популяции P_i представляется в виде хромосомы (строки), которая есть возможное решение рассматриваемой оптимизационной задачи. Очевидно, что разработанные в ИД модели сценарии противодействия эпидемиям будут являться хромосомами. Хромосома состоит из конечного числа генов, представляя генотип объекта, т.е. совокупность его наследственных признаков. Ген есть элемент в хромосоме $P_i = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$, который обычно кодируется на основе двоичного алфавита, хотя можно использо-

вать и другие алфавиты. Тогда выбранные ЛПР в ИД модели критерии оптимальности, например смертность/стоимость сценария, будут генами с алфавитом вещественных чисел. Такой вид ГА получил название генетического алгоритма с вещественным кодированием (*Real-Coded GA*). В отличие от классического ГА, в *real-coded* алгоритме нет необходимости в операциях кодирования/декодирования, что повышает точность найденных решений и скорость нахождения глобального экстремума.

Для поиска лучших решений необходимо значение целевой функции, или функции пригодности (*fitness*), которая используется для сравнения альтернативных решений. Другими словами, ГА анализируют популяцию хромосом, представляющих комбинацию генов, и оптимизируют функцию пригодности оценивая каждую хромосому. Таким образом, использование ГА для решения оптимизационных задач возможно лишь в том случае, если имеется способ определения функции пригодности для особей популяции.

Для определения функции пригодности необходимо произвести постановку задачи, которая заключается в нахождении точки в пространстве поиска решений удовлетворяющую условиям:

1. Точка (сценарий) должна находиться на минимальном расстоянии от опытных сценариев;
2. Точка (сценарий) должна находиться на максимальном расстоянии от контрольного сценария.

Тогда функцию пригодности можно представить следующей зависимостью (6):

$$f(x) = \sum_{n=1}^N w_i \sqrt{(x_1 - z_{i1})^2 + (x_2 - z_{i2})^2}, \quad (6)$$

где N – количество альтернативных решений;

z – центры альтернативных решений;

w = [0; 1; 2] – вес точки (сценария), который соответствует количеству воздействий.

Задача сводится к поиску баланса между эффективностью и стоимостью решений в неопределенных условиях, т.е. к классической задаче решаемой ГА, поиск глобального экстремума многопараметрической функции.

Перед первым шагом работы ГА случайным образом формируется начальная популяция (рис.6). Фиксируется тип математических объектов, к которому будут относиться альтернативные решения всех популяций – двойной вектор и размер популяции, который в пакете Optimization Toolbox установлен по умолчанию.

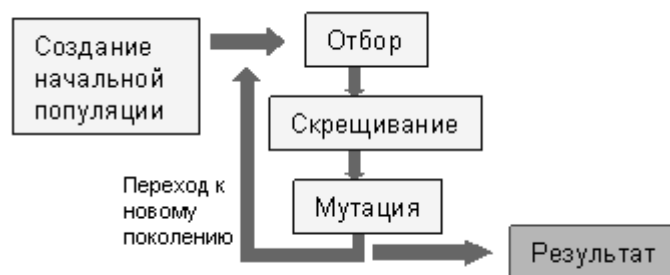


Рис.6. Схема работы генетического алгоритма

Появление новых особей в популяции канонического ГА обеспечивают несколько биологических операторов: отбор, скрещивание и мутация (рис.6). В качестве операторов отбора особей в родительскую пару подходят любые известные классические реализации. Однако операторы скрещивания и мутации должны учитывать специфику *real-coded* алгоритмов.

Отбор (селекция) – это выбор тех хромосом (альтернативных решений), которые будут участвовать в создании потомков для следующей популяции. Такой выбор производится согласно принципу естественной эволюции, по которому наибольшие шансы на участие в создании новых особей имеют хромосомы с наибольшими значениями функции приспособленности. Существуют различные методы селекции, нами выбран оператор *Stochastic uniform*. Работа оператора заключается в следующем: строится линия, в которой хромосоме соответствует часть пропорционально соразмерная с величиной целевой функции, затем выбирается постоянный размер шага, который укладывается вдоль линии. На каждом шаге выбирается элемент популяции – родитель, который затем будет скрещиваться.

Скрещивание (crossover) – позволяет на основе преобразований двух хромосом родителей создавать хромосомы потомков, т.е. требуется из двух векторов вещественных чисел получить новые векторы по каким-либо законам. Большинство *real-coded* алгоритмов генерируют новые векторы в окрестности родительских пар. Существует несколько разновидностей вещественного скрещивания, одна из них – оператор арифметического кроссовера (*arithmetical crossover*), который поддержан пакетом *Optimization Toolbox*. Суть работы арифметического кроссовера заключается в следующем:

Пусть $P = (p_1, p_2, \dots, p_n)$ и $Q = (q_1, q_2, \dots, q_n)$ – две особи популяции, выбранные для проведения кроссовера, причём приспособленность первой особи лучше, чем приспособленность второй $f(P) > f(Q)$. Тогда, арифметический кроссовер, получает двух новых особей $H = (h_1, h_2, \dots, h_n)$ и $G = (g_1, g_2, \dots, g_n)$ из родительских путём вычисления значений генов по соотношениям (7, 8):

$$h_i = \lambda * p_i + (1 - \lambda) * g_i; \quad (7)$$

$$g_i = \lambda * g_i + (1 - \lambda) * p_i, \quad (8)$$

где λ – константа из интервала $[0; 1]$

Мутация – позволяет осуществить случайные изменения в позиции хромосомы (генов), тем самым обеспечивается генетическое разнообразие популяции, расширяется пространство поиска наилучших решений. В ГА вещественного кодирования мутация осуществляется в заданном проценте (доле) от всех генов особей текущего поколения популяции, т.е. каждое значение вектора с некоторой вероятностью изменяется на некоторую величину. Оператор *Adaptive feasible* – случайным образом генерирует набор направлений мутации адаптированных по отношению к последнему успешному или неудачному поколению и с учетом заданного процента продвигается вдоль всех направлений.

Критерием останова разработанного ГА служит схождение популяции. Схождением называется такое состояние популяции, когда все строки популяции почти одинаковы и находятся в области некоторого экстремума.

Следует отметить, что ГА позволяет определить точку вблизи лучшего решения, но нахождение оптимальной зачастую оказывается для алгоритма непреодолимой задачей в силу стохастичности принципов работы. Поэтому необходимо использовать ГА на начальном этапе для эффективного сужения пространства поиска вокруг глобального экстремума, а затем применить один из «классических» методов оптимизации, т.е. использовать гибридную функцию, позволяющую соединить воедино генетический алгоритм с более точными методами из *Optimization Toolbox*. Поэтому такие ГА принято называть гибридными (ГГА).

Очевидно, что «классический» метод оптимизации необходимо выбирать из числа градиентных методов, которые основываются на известном факте, что направление градиента ($grad f(x) = \nabla f(x)$) показывает направление наиболее быстрого возрастания функции, а направление антиградиента ($- grad f(x) = -\nabla f(x)$), соответственно, показывает направление быстрого убывания. В нашем случае необходимо минимизировать функцию,

поэтому выбираем метод наискорейшего спуска (*fminunc* в *Optimization Toolbox*), который основан итерационном процессе одномерной минимизации (9):

$$X_{k+1} = X_k - \lambda_k \nabla f(x_k), k = 0, 1, \dots, \quad (9)$$

где $\lambda_k > 0$ - величина шага, выбирается из условия минимума функции в направлении спуска (10).

$$X_k - \lambda_k \nabla f(x_k) = \min X_k - \lambda \nabla f(x_k) \quad (10)$$

Это условие означает, что движение вдоль антиградиента происходит до тех пор, пока значение функции убывает, что является критерием останова итерационного процесса.

Особый интерес представляет вкладка *Plot Functions* в *Optimization Toolbox*, которая позволяет выбирать динамическую визуализацию различной информации по работе ГГА (рис.7).

Наиболее важными параметрами ГГА, которые показывают корректность работы и достигнутые результаты (рис.7) являются: *Final point* – вывод значения конечной точки работы ГГА (оптимальное решение); *Best fitness* – вывод наилучшего значения оптимизируемой функции для каждого поколения, *Best individual* – вывод наилучшего представителя поколения при наилучшем оптимизационном результате в каждом из поколений; *Distance* – вывод интервала между значениями особей в поколении; *Expectation* – выводит ряд вероятностей и соответствующие им особи поколений; *Genealogy* – вывод генеалогического дерева особей; *Range* – вывод наименьшего, наибольшего и среднего значений оптимизируемой функции для каждого поколения; *Score diversity* – вывести гистограмму рейтинга в каждом поколении; *Scores* – вывод рейтинга каждой особи в поколении; *Selection* – вывод гистограммы родителей; *Stopping* – вывод информации о состоянии всех параметров, влияющих на критерии останова.

Для разработки модуля ИДМ применялась среда моделирования AnyLogic с использованием языка программирования Java, а для модуля ГГАВ - система MATLAB Тулбокс Genetic Algorithm and Direct Search Toolbox, предназначенный для расширения функциональных возможностей пакета Optimization Toolbox и использующий внутренний язык программирования.

Методология и этапы проектирования СППР ПРИЗ

С учётом новых модулей (ИДМПЭ и ГГАВ) СППР ПРИЗ приобретает более функционально завершённый вид. В ней прописаны и обеспечены модельные и программные средства для реализации следующих Планов СППР «ПРИЗ»:

- Процессов, определяющих её процессную структуру;
 - Функций, определяющих её функциональную структуру;
 - Организованности Объектов, определяющих организационную структуру обеспечения Процессов и Функций;
 - Морфологии Объектов, включённых в процессные и функциональные планы.
- Очевидно, что СППР «ПРИЗ» является:
- сложной системой с модульной архитектурой [3];
 - разнородной по типам и объёмам информации, обеспечивающей все рабочие планы;
 - разнородной по типам математических и интеллектуальных моделей, обеспечивающих требуемые процессы;
 - разнородной по программным средствам и инструментальным программным средствам для реализации требуемых процессов и функций.

Поэтому естественно, что реализация такой системы для конкретных территорий и типов эпидемий потребует исследования многих вопросов организации и поддержки процессов сбора и подготовки данных, их обработки, интеграции данных и программных средств.

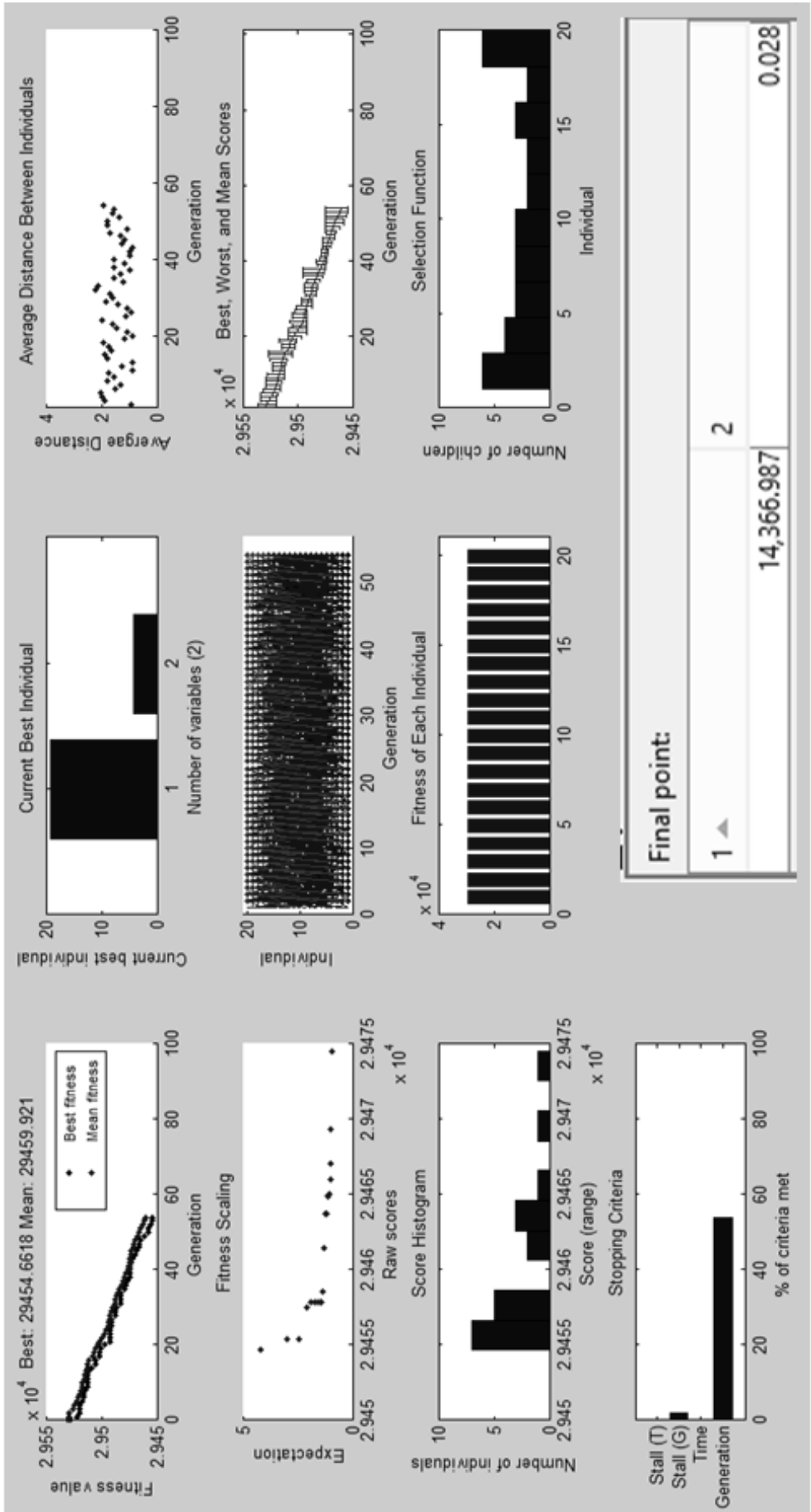


Рис. 7. Динамическая визуализация работы ГА

Данную СППР «ПРИЗ», на наш взгляд, следует рассматривать в качестве прототипа для реальных систем, поддерживаемых специальными организационно – техническими службами.

Рассмотрим кратко методологические основы и этапы проектирования СППР ПРИЗ (рис.8).

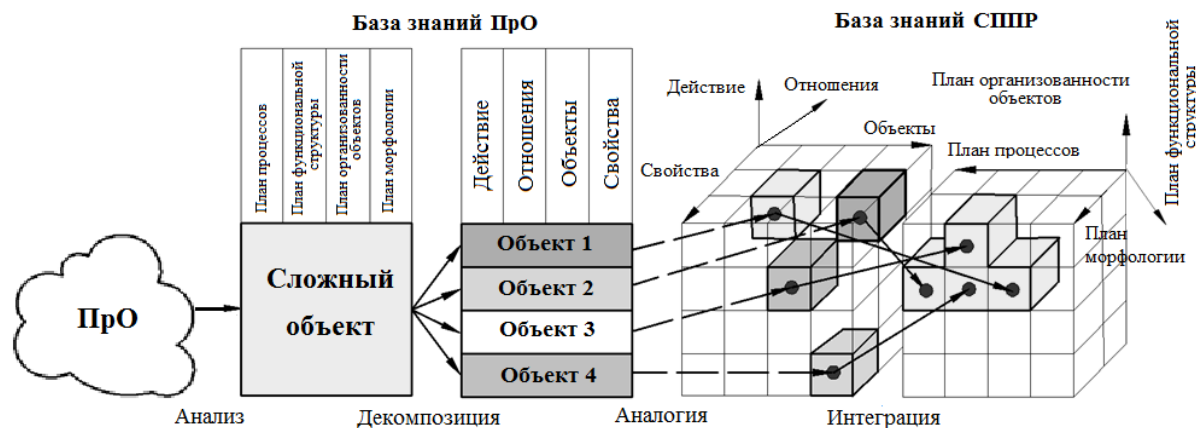


Рис.8. Этапы проектирования произвольного сложного объекта

Этап 1. Анализ сложного объекта. Это - обязательный этап, в ходе которого проводится комплекс работ по вербальному описанию предметной области (ПрО) и построению её концептуальной модели. Вербально описать ПрО «Противодействие эпидемиологическому процессу определенной инфекционной болезни» – значит, прежде всего, подобрать точные и недвусмысленные понятия, определить цели, исходные данные и особенности среды, которые должны быть учтены в функционирующей системе. Соответственно, для реализации этого этапа необходимо привлечение специалистов (экспертов) в областях эпидемиологии, социальных и других особенностей данного региона, организаций, связанных с принятием решений по противодействию эпидемиям. Это задача, требующая определённой методики работы специалистов по проектированию интеллектуальных информационных систем и интеллектуальному анализу больших данных (*Big Data*) – инженеров по знаниям (когнитологов). Это необходимо потому, что эксперт не представляет, какие знания нужны когнитологу и, более того, не может без его помощи выразить всё, что нужно для моделирования процесса принятия решений. Это значительный объём, так называемых, скрытых и явных знаний. Известно, что принятие решений всегда считалось прерогативой только человека, требующее разностороннего знания об объекте управления, умений пользоваться этим знанием, а при необходимости, и создания недостающих знаний. Этот процесс предполагает наличие альтернативных решений, критериев для их сравнения, описание среды, в которой решения принимаются и многого другого, что может повлиять как на разработку альтернатив, так и на их выбор. Сложность современных задач делает всё более несовершенным вариант разработки альтернатив и их сравнения самими экспертами, но диктует необходимость его автоматизации. Соответственно, необходима База Знаний, по объёму и качеству не меньшая, чем у всех экспертов в данной предметной области деятельности. Это означает, что наша цель – создание некоторой искусственной системы (ИС), способной выполнять процесс принятия решений не хуже (а возможно, и лучше) человека. Что это за знание, как оно формируется, что с этим знанием ИС должна делать, чтобы наши цели были достигнуты; как можно достичь поставлен-

ных целей через эту ИС? Возникает сложная задача – как это знание получить, если оно существует (эксперт, книга и т.п.), либо как его вырабатывать, в противном случае Щедровицкий Г.П. такое знание называет *техническим* [10]. *«Оно показывает, насколько этот объект адекватен достижению наших целей и, что мы с ним должны делать, как мы на него должны подействовать, чтобы наши цели были достигнуты»*. Вопрос, поставленный таким образом, не имеет простого решения, но требует создания методологии, метода, технологии получения знаний, соответствующей программно – инструментальной поддержки. Всё это сегодня относится к проблематике инженерии знаний (ИЗ), важнейшему стратегическому направлению в научном направлении «Искусственный интеллект». В своей практической деятельности ЛПР, несмотря на весь свой запас знаний (научных и других), которые он получил ранее, всегда имеет дело с непрерывно меняющимися ситуациями, с разной обстановкой и, поэтому он должен как-то приспосабливаться к этому. В этом смысле наука в принципе не может обеспечить ЛПР всем необходимым знанием по причине ситуационного характера принятия решений.

Этап 2. Концептуальное описание знаний. Для этого этапа характерны следующие проблемы:

- знания, собранные на предыдущем этапе, окажутся заведомо избыточными, и недостаточными, т.е. будет много «мусора» при отсутствии действительно нужных знаний, что связано с отсутствием методологии, которая увязывала бы все этапы в единый процесс;
- выбор любой модели представления знаний требует существенного нового «перелопачивания» того, что имеется.

Реализации ситуационности в принятии решений предлагается осуществлять на основе метода ситуационного анализа (МСА) сложной системы и проектирования модели предметной области (ПрО) [11, 12].

Основные принципы метода следующие:

- признание принципиально ситуационного характера деятельности по принятию решений;
- подход к разработке Базы Знаний СППР, как к объекту инженерного проектирования;
- отправной точкой для проектирования СППР является перечень действий над объектами рассматриваемой сферы деятельности;
- эти действия, пусть не полностью, но должны быть определены;
- сложные решения представляются из комбинаций выделенных действий;
- каждое решение рассматривается как единичный акт деятельности (ЕАД);
- описание совокупности объектов, участвующих в ЕАД, их свойств и отношений между ними образует концептуальную модель ЕАД;
- взаимосвязанная совокупность концептуальных описаний множества ЕАД одной предметной области образует концептуальную модель предметной области (КМПРО) или её Базу Знаний (БЗ).

Если известен набор действий, то мы имеем возможность установить процедурное содержание выделенных объектов. Это позволяет ответить на вопрос, где естественные границы объекта управления и принятия решений. Они каждый раз задаются тем, на что сумел распространиться определенный процесс. Это и есть схема акта деятельности [10].

Таким образом, в акте деятельности фиксируются:

- исходный материал – объект, орудия и средства;
- продукт - результат преобразования за счет определенных действий;
- определенные цели;
- необходимое знание.

Это Знание разворачивается в ещё два:

- первое (одна часть схемы акта деятельности: исходный материал, частично орудия и продукт) – относится к совокупности действий, которые необходимо выполнить: расчленив целое, связать элементы, вычленив свойства и т.д., соотнести перечисленное с операциями и действиями.

- второе (вторая часть выступает как объект в знаковой форме) - относится к знаковой форме объекта.

Т.е., знаковая форма обеспечивает соответствие между действиями и их объектами. Другими словами, знак есть не что иное, как то, что соединяет процедурный аспект и устройство самого объекта [10].

Все четыре содержания выражаются в знаковой форме, которая стягивает их в одно целое, но они – разные, не изоморфные. Т. е., связанность, как совокупность отношений между элементами объекта, отражается в его структуре, выражающей план организованности. «Вырезание» действий осуществляется в соответствии с теми решениями, к которым приводит их реализация. В этом смысле, любое решение, по своей природе, есть указание на одно или несколько действий, которые необходимо выполнить, чтобы это действие могло осуществиться, и произошли соответствующие изменения во внешнем мире или в изучаемой предметной области. Такая концептуализация знания МСА проводится с применением программного комплекса «VUE+Solver» [11], где описывается сложный объект в четырех структурных плановых представлениях (СПП): план процессов, план функциональной структуры, план организованности объектов; план морфологии. Каждое «сложное» плановое представление в свою очередь разбивается на более «простые», тем самым выполняется *этап декомпозиции* (рис.9). Таким образом, формируется база знаний ПрО, в которой отражены: исходный материал – объект; результат преобразования за счет определенных действий; определенные отношения между объектами; необходимые свойства объектов.

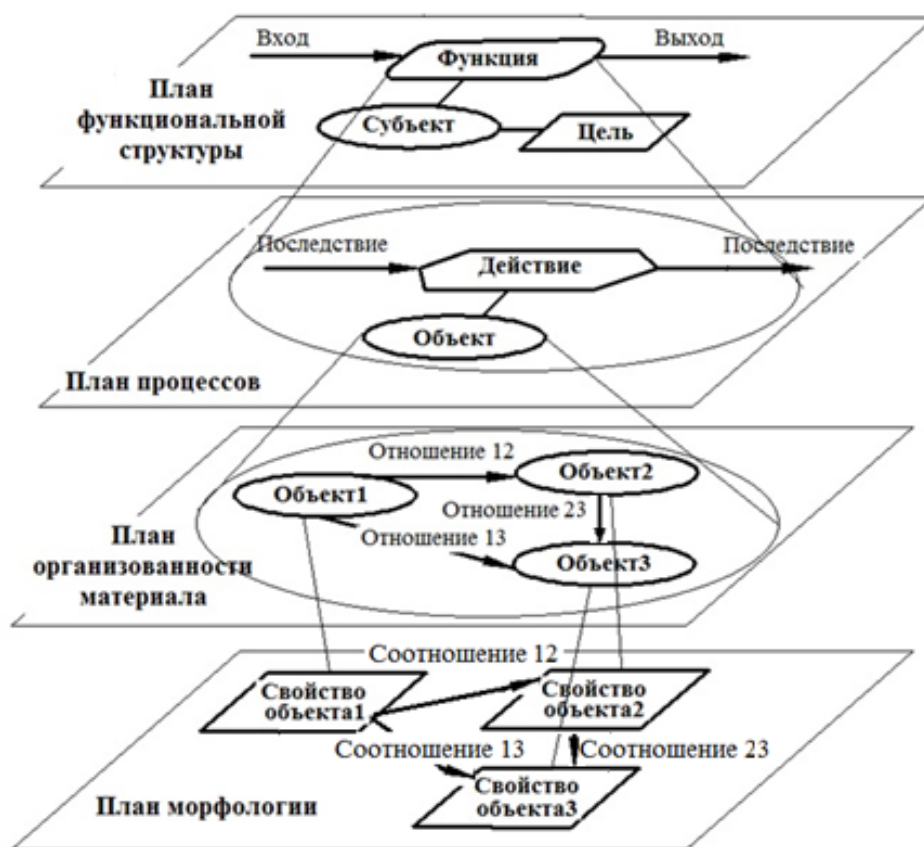


Рис.9. Обобщенная схема СПП

Этап 3. Установление соответствия между «простыми» объектами предметной области и интеллектуальными модулями. На этом этапе формируется нужная конфигурация интеллектуальных модулей СППР «ПРИЗ» (рис.8). Каждый интеллектуальный модуль обладает следующими особенностями:

- поддерживает определенный процесс;
- выполняет определенную функцию внутри системы;
- существует в единственном экземпляре;
- коммутируется с другими модулями;
- имеет определенные состояния и атрибутивные свойства.

Отметим, что искомое решение задачи, может быть уже найдено в какой либо другой подсистеме СППР «ПРИЗ», поэтому необходимо при проектировании создавать библиотеки наиболее употребительных модулей, которые затем можно использовать в качестве комплектующих частей при разработке других приложений.

Этап 4. Интеграция интеллектуальных модулей в структурные планы. Это – завершающий этап, на основании особенностей модулей формируется структура, релевантная соответствующему плану. При интеграции использовался многоуровневый подход, когда:

- все множество модулей разбивается на уровни, образующие иерархию;
- модули каждого уровня для выполнения своих задач обращаются с запросами только к модулям непосредственно примыкающего нижележащего уровня;
- результаты работы всех модулей, принадлежащих некоторому уровню, могут быть переданы только модулям соседнего вышележащего уровня.

Такая иерархическая декомпозиция предполагает четкое определение функции каждого уровня и интерфейсов между ними. В результате достигается их относительная независимость, а значит, и возможность их легкой замены. Как обязательные, выделяются два уровня (рис.10):

- Уровень сбора и подготовки данных. В него входят модули, описанные в предыдущих статьях [3, 4, 5];
- Уровень ЭМ, состоящий из базы данных (на данном этапе представленной файлом в формате Excel), модуля ИДМПЭ, входящей в состав подсистемы прогнозирования развития эпидемий, и ГГАВ, входящим в состав подсистемы поддержки принятия решений СППР «ПРИЗ».

Поскольку болезнетворные микроорганизмы представляют собой ярко выраженную адаптивную систему, то подход к проектированию ЭМ должен быть соответствующим. Поэтому для эффективного управления мерами противодействия эпидемиям с одной стороны, необходимо знать параметры окружающей среды и параметры процесса эволюции. Первая задача решается на уровне сбора данных, вторая - в процессе изучения эволюции эпидемии. По этим причинам любое управляющее воздействие противоэпидемическими мероприятиями носит двойственный характер: оно служит средством как активного изучения для будущего, так и непосредственного управления в текущий момент. Соответственно между уровнями осуществляется интерактивное взаимодействие.

Для разработки ИДМ применялась среда моделирования AnyLogic с использованием языка программирования Java, а для ОГА система MATLAB тулбокс Genetic Algorithm and Direct Search Toolbox, который предназначен для расширения функциональных возможностей пакета Optimization Toolbox.

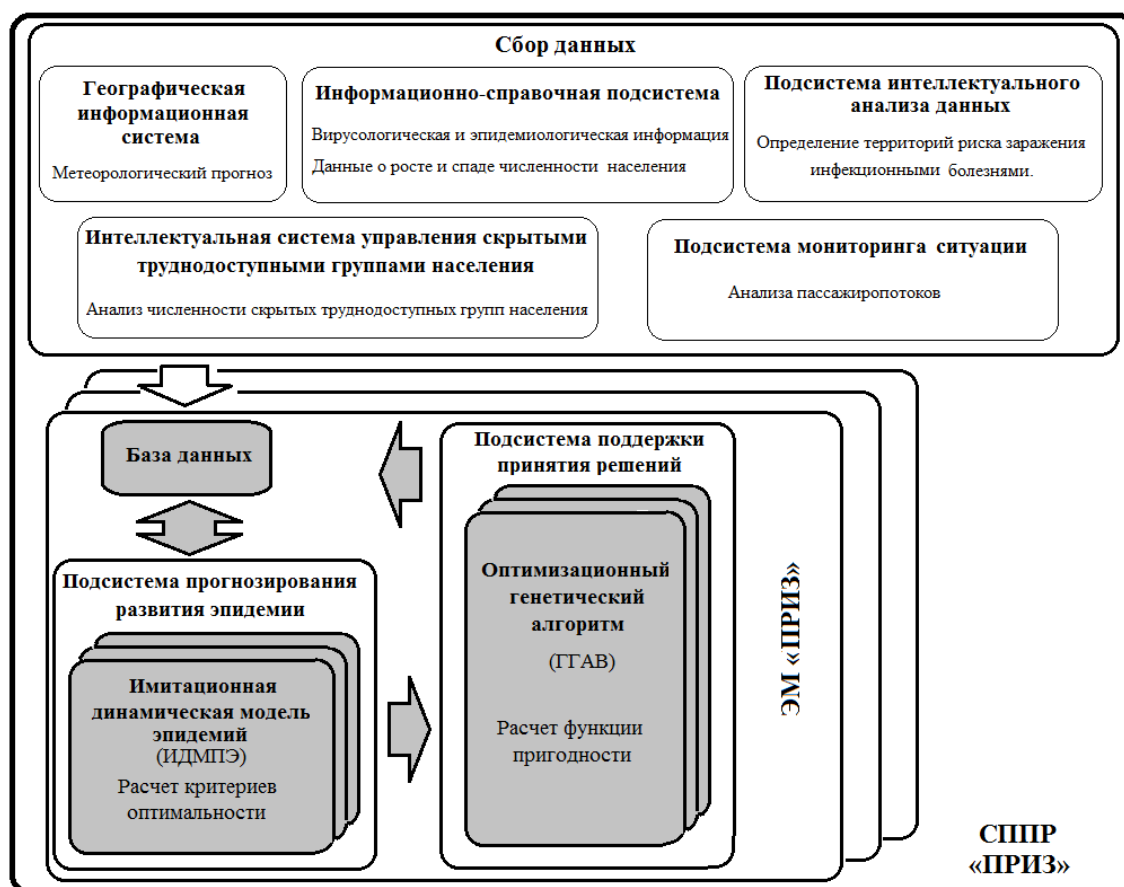


Рис.10 Функциональная структура ЭМ «ПРИЗ»

Заключение

Широкое распространение систем искусственного интеллекта революционизировало многие области человеческой деятельности. Открываются новые возможности прогноза процессов распространения социально-значимых инфекционных заболеваний, адекватной оценке проводимых профилактических и терапевтических мероприятий и их последствий, особенно негативных. В этой связи хочется отметить, что ИМ может служить «краеугольным камнем» построения сверхсложных систем, как СППР «ПРИЗ». ИД модель $PS2E2I2RF$ решает класс задач, которые «классическими» математическими методами решить просто невозможно. Эти классы задач определяются тем, что при их решении необходимо одновременно учитывать факторы неопределенности окружающей среды, динамическую обусловленность текущих профилактических и терапевтических решений и последующих инфекционных событий, комплексную взаимозависимость между функциональными параметрами $PS2E2I2RF$ - процесса, определенную последовательность интервалов времени инфицирования и противодействия эпидемиологическому процессу.

ЭМ «ПРИЗ» позволяет в наглядной и хорошо понимаемой форме проводить прогнозно-аналитические исследования по изучению процессов распространения инфекционной заболеваемости для отдельных городов и территорий, страны в целом, а также заблаговременно помогает оценить пути решения проблем профилактики и терапии заболеваний на территории России. В перспективе объединение всех СППР «ПРИЗ» для различных эпидемий позволит разработать автоматизированную систему

управления и прогнозирования процессов распространения социально - значимых инфекционных заболеваний [3, 4, 5].

Кроме научных исследований, СППР «ПРИЗ» может рассматриваться как часть системы регионального здравоохранения (отдельные города и территории, страна в целом) для автоматизированной поддержки принятия решений в эпидемиологических ситуациях и, в частности, для решения следующих задач:

- управления информационными процессами:
 - географическая визуализация динамики инфекционных заболеваний;
 - географическая визуализация динамики изменения окружающей среды;
 - справочная информация о профилактических и терапевтических мерах противодействия инфекционным заболеваниям.
- анализа и подготовки информации для принятия решений:
 - мониторинг эпидемиологической ситуации в крупных городских агломерациях;
 - анализ пассажиропотоков между крупными городскими агломерациями;
 - исследование эффективности применения медицинских препаратов.
- прогнозирования эпидемиологического процесса для различных инфекционных заболеваний:
 - прогнозирование эпидемиологического процесса для закрытых и открытых популяций с постоянно изменяющимися условиями окружающей среды;
 - прогнозирование эффективности применения профилактических и терапевтических мер;
 - прогнозирование эпидемиологического процесса с учетом мутантных вариантов инфекционных заболеваний.
- противодействия эпидемиологическому процессу:
 - управление скрытыми труднодоступными группами населения;
 - управление поставкой и товарными запасами противовирусных препаратов.
- поддержки принятия решений для противодействия эпидемиологическому процессу:
 - выбор оптимальных решений по выбору мер противодействия эпидемиям;
 - выдача рекомендаций по выбору мер противодействия эпидемиям.

Литература

1. Юшук Н. Д., Мартынов Ю. В. Эпидемиология: Учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Медицина. - 2003. – 448 с.
2. Боев Б.В. Компьютерная технология оценки эффективности применения противовирусного препарата профилактики и терапии при эпидемии гриппа А(Н1N1). – Журнал «Врач и информационные технологии» – М. - 2013. – №4. С. 43 – 56.
3. Болотова Л.С., Сорокин А. Б. Применение гибридных интеллектуальных информационных систем для противодействия развитию инфекционных заболеваний. - Научный информационный сборник ВИНТИ «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций» – М. - 2013. – №1. – С. 120 – 132.
4. Болотова Л.С., Сорокин А. Б. Информационная поддержка решений в интеллектуальной системе предотвращения и развития инфекционных заболеваний. - Научный информационный сборник ВИНТИ «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций» – М. - 2013. – №4. – С. 41 – 53.
5. Болотова Л.С., Сорокин А. Б. Интеллектуальная система управления скрытыми труднодоступными группами населения. – Научный информационный сборник ВИНТИ «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций» – М. - 2014. – №1. – С. 96 - 111.
6. Бароян О.В., Рвачев Л.А. Иванников Ю.Г. Моделирование и прогнозирование эпидемий гриппа для территории СССР. М. - 1977. – 546 с.

7. Боев. Б.В. Современные этапы математического моделирования процессов развития и распространения инфекционных заболеваний // Эпидемиологическая кибернетика: модели, информация, эксперименты. М. - 1991. – С. 6-13.
8. Емельянов В. В., Курейчик В. В., Курейчик В. М. Теория и практика эволюционного моделирования. – М.: ФИЗМАТЛИТ. - 2003. – 432 с.
9. Гладков Л. А., Курейчик В. В., Курейчик В. М. Генетические алгоритмы: Учебное пособие. – 2-е изд. – М: Физматлит. - 2006. – 320 с.
10. Путеводитель по методологии Организации, Руководства и Управления // Хрестоматия по работам Щедровицкого Г.П.// Изд. «Дело». - 2003 – 159 с.
11. Болотова Л.С. Системы искусственного интеллекта: модели и технологии, основанные на знаниях. – М.: Финансы и статистика. - 2012. – 663 с.
12. Сорокин А.Б. Метод ситуационного анализа с позиции теории систем. – Сборник трудов VII Всероссийская конференция «Искусственный интеллект, философия, методология, инновации» - МГТУ МИРЭА. - 2012. – С. 138 – 143.

Сведения об авторах

Болотова Людмила Сергеевна - профессор, Московский институт электроники и математики научно – исследовательского университета «Высшая школа экономики». Россия, 109028 г. Москва, Б. Трёхсвятительский пер., 3. МИЭМ НИУ ВШЭ моб. тел. 8(964)786-84-21. E-mail: lubolotova@mail.ru

Сорокин Алексей Борисович - аспирант, Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и автоматики. Россия, 119454 г. Москва, Проспект Вернадского, д. 78. Дом. тел 8(499)481-15-73, моб. тел. 8(903)710-17-11. E-mail: ab_sorokin@mail.ru

УДК: 614.8:656.1

О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМНЫХ ВОПРОСАХ РАЗВИТИЯ ДОБРОВОЛЬНОЙ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ

С.В. Колеганов, О.С. Федосеева

ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

Д.Н. Дронов

**Государственное казенное учреждение «Пожарно-спасательный центр»,
г. Москва**

Рассматриваются некоторые проблемные вопросы развития добровольной пожарной охраны и предлагаются пути их решения.

Ключевые слова: проблемы развития добровольной пожарной охраны, добровольная пожарная охрана.

ON SOME PROBLEMS OF DEVELOPMENT OF THE VOLUNTARY FIRE BRIGADE

S.V. Koleganov, O.S. Fedoseeva

FC VNII GOCHS EMERCOM of Russia

D.N. Dronov

State Governmental institution in the city of Moscow "Fire-rescue centre",
Moscow

This article discusses some of the problematic issues of the voluntary fire protection and proposes ways to solve them.

Key words: development of the voluntary fire protection, voluntary fire brigade.

Развитие добровольной пожарной охраны (далее - ДПО) на территории Российской Федерации осуществляется в рамках реализации Федерального закона № 100 – ФЗ «О добровольной пожарной охране».

По состоянию на 01.01.2014г. в Российской Федерации действует более 39 тыс. общественных объединений, которые объединяют более 800 тыс. добровольцев.

По состоянию на начало 2013 года в подразделения ДПО имелось 20 733 ед. техники.

Территориальными подразделениями ДПО прикрыто около 30 тыс. населенных пунктов, общей численностью населения более 11 млн. человек [1].

Объектовые подразделения ДПО созданы в 19 тыс. организациях.

В 82 субъектах Российской Федерации приняты законы о добровольной пожарной охране.[1]

В рамках оказания методической помощи МЧС России разработаны «Методические рекомендации по оказанию органам государственной власти и органам местного самоуправления мер поддержки ДПО и добровольным пожарным».[2]

Вместе с тем, в проводимой работе по развитию ДПО остается ряд проблемных вопросов.

Также, нерешенными остаются вопросы оплаты услуг связи, транспортных, канцелярских, почтовых расходов, арендной платы.

Пока все это осуществляется исключительно за счет средств учредителей.

Так, в соответствии со статьями 16, 19 Федерального закона «О добровольной пожарной охране» проводится совместная целенаправленная работа по организации передачи от МЧС России в ДПО государственного казенного или муниципального имущества – высвобождаемой пожарной и приспособленной для целей пожаротушения техники, а так же помещений для её размещения и организации круглосуточного дежурства (пожарные депо, отдельные боксы, пожарные автомобили) – в аренду или в безвозмездное пользование. На основании этого, рядом руководителей администраций муниципальных образований предлагается подразделениям принять технику и пожарно-техническое вооружение. При этом, нормативные правовые акты, которые должны определить порядок содержания данного имущества, не приняты, а руководители общественных объединений ДПО, как следствие, не обладают необходимой информацией об источниках финансирования для регистрации, проведения технических осмотров, обеспечения горючесмазочными материалами, обслуживания и ремонт парка автомобилей, др.

Кроме того, невозможно организовать эффективный учет, хранение и использование переданного имущества.

Изложенное свидетельствует о том, что основой создания добровольной пожарной охраны – дружин и команд – должно стать принятие муниципальных правовых актов, основанных на статьях 5, 11, 12, 16 ФЗ № 100 «О добровольной пожарной охране».

Одновременно, существует практика, когда руководители органов местного самоуправления сразу же после создания на территории населенного пункта добровольной пожарной дружины необоснованно «перекладывают» на общественную организацию пожарной охраны полномочия по обеспечению первичных мер пожарной безопасности.

Крайне важно, чтоб в каждом органе управления и в подразделениях МЧС России был определен руководитель, непосредственно осуществляющий взаимодействие с общественной организацией и муниципальными образованиями и координирующий их совместную деятельность по обеспечению пожарной безопасности.

Работе по организации ДПО необходимо придать системный, практический характер. Для этого нужна выверенная нормативная правовая база на уровне муниципальных образований, обеспечивающая реализацию положений федерального закона и законодательства субъектов Российской Федерации и направленная на всестороннее обеспечение деятельности общественных объединений пожарной охраны.

В Московской области содержание работников добровольной пожарной команды осуществляется только за счет средств Всероссийского добровольного пожарного общества, что, по мнению авторов, в силу ряда причин, может привести региональное отделение к банкротству, а содержание ДПО только за счет средств учредителей может привести к ликвидации общественных объединений пожарной охраны.

В этой связи, авторами представляется необходимым четко определить задачи, права и полномочия различных видов пожарной охраны с учетом современных условий посредством издания соответствующих нормативных правовых актов.

Качественное решение вопросов пожарной безопасности требует участия всего общества. Особая роль в этом должна принадлежать, прежде всего, органам местного самоуправления, которые работают в прямом постоянном контакте с населением, и обязаны обеспечить его безопасность, в том числе противопожарную защиту.

Нормативными правовыми актами Московской области органы местного самоуправления наделены полномочиями по обеспечению пожарной безопасности, в том числе по созданию муниципальной и добровольной пожарной охраны в населенных пунктах [2]. Однако можно говорить о том, что процесс реализации указанных полномочий четко не регламентирован, что резко снижает результативность работы всей системы обеспечения пожарной безопасности.

Развитие института добровольных пожарных во многом сдерживается несовершенством правовой основы и отсутствием законодательно установленных соответствующих стимулов, льгот и преимуществ для граждан, добровольно участвующих в деятельности по профилактике и тушению пожаров.

Практически не реализуется ст. 5, а так же ч. 3 ст. 16 ФЗ № 100 о мерах социальной защиты и поддержки деятельности добровольных пожарных. В частности, в Московской области на уровне муниципальных образований не принято нормативных правовых актов, определяющих порядок стимулирования деятельности добровольных пожарных, что существенно снижает престиж профессии добровольного пожарного, и не способствует пропаганде добровольчества в субъекте Российской Федерации.

В целом, к основным проблемам препятствующим развитию ДПО можно отнести:

- отсутствие координации и связей между добровольными пожарными;
- слабую развитость механизмов взаимодействия с органами государственной власти и органами местного самоуправления;

- низкий уровень подготовки руководителей добровольческих организаций и объединений;
- отсутствие системного подхода к координации добровольческой деятельности;
- недостаточное информирование граждан о принципах и механизмах участия граждан в добровольческой деятельности;
- низкую активность средств массовой информации в освещении добровольческой деятельности и добровольческих инициатив;
- отсутствие системы мотивации, элементов позитивного имиджа добровольца.

Для создания условий становления и развития добровольчества в области пожарной безопасности необходима государственная (муниципальная) поддержка, которая может иметь следующие формы:

- региональные и местные программы индивидуального стимулирования добровольчества;
- региональные и местные гранты добровольческим организациям и объединениям;
- передача в аутсорсинг добровольческим организациям и объединениям решения некоторых социальных задач;
- повышение статуса добровольцев посредством стимулирования их деятельности, высокого уровня пропаганды взаимодействия с органами исполнительной власти субъекта Российской Федерации и органами местного самоуправления.

Резюмируя изложенные в настоящей статье некоторые аспекты становления ДПО в субъектах Российской Федерации, можно утверждать, что решение вынесенных к обсуждению проблемных вопросов на должном качественном уровне при взаимодействии органов власти всех уровней и общественных объединений позволит создать условия к развитию института добровольных пожарных и повысить эффективность системы обеспечения пожарной безопасности в населенных пунктах.

Литература

1. Государственный доклад о состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2012 году (одобрен поручением Правительства Российской Федерации от 27.03.2013 г. № РД-П4-1920).
2. Закон Московской области от 15.07.2011 № 126/2011-ОЗ «О государственной поддержке общественных объединений добровольной пожарной охраны и добровольных пожарных в Московской области» (принят постановлением Мособлдумы от 07.07.2011 № 3/164-П).
3. Постановление Правительства Московской области от 09.11.2012 № 1406/40 «Об утверждении размера, случаев и порядка предоставления ежемесячной денежной выплаты добровольным пожарным, зарегистрированным в реестре добровольных пожарных, за время несения службы (дежурства), участия в тушении пожара и проведения аварийно-спасательных работ».
4. Федеральный закон от 6 мая 2011 г. № 100 - ФЗ «О добровольной пожарной охране»// РГ. – 2011 г. - Федеральный выпуск № 5474 от 11.05.2011 г.

Сведения об авторах:

Колеганов Сергей Викторович, - заместитель начальника отдела «Развития системы спасения пострадавших в ДТП», НИЦ «Развитие ГО и РСЧС», ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), тел. 8-(499)-449-90-33, centrriskdtp@mail.ru.

Дронов Денис Николаевич, - спасатель, Государственное казенное учреждение города Москвы «Пожарно-спасательный центр», г. Москвы.

Федосеева Ольга Сергеевна, младший научный сотрудник 13 научно-исследовательского отдела 1 научно-исследовательского центра, ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), г. Москва, 8(499)233-25-47.

УДК 614.8:377/378

УДК 614.8.084

**ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ СПЕЦИАЛИСТОВ МЧС РОССИИ
ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ В ОБЛАСТИ РАДИАЦИОННОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ И РЕАГИРОВАНИЯ НА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ
С РАДИАЦИОННЫМ ФАКТОРОМ**

*С.В. Кучеренко, кандидат физ.-мат. наук В.А. Пантелеев, В.Я. Перевощиков,
кандидат физ.-мат. наук Д.А. Припачкин, доктор техн. наук М.Д. Сегаль*

Институт проблем безопасного развития атомной энергетики (ИБРАЭ) РАН

М.В. Омельченко, М.Е. Норсеева

ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

З.В. Тимошенко

ВИНИТИ РАН

Приводятся сведения о разработанном комплексе дистанционного обучения с обеспечением доступа через Интернет для повышения квалификации руководящего состава территориальных органов МЧС России в области радиационной безопасности и реагирования на чрезвычайные ситуации с радиационным фактором.

Изложено содержание основных элементов курса обучения – лекций, видеоматериалов, иллюстративных материалов, обоснован выбор технологической платформы дистанционного обучения. Приведены результаты апробации разработанного курса. Рассмотрены перспективные направления развития дистанционного обучения в части касающейся поддержки принятия решения, оценки последствий радиационных ЧС и вероятностного анализа безопасности третьего уровня (ВАБ-3).

Ключевые слова: дистанционное обучение, радиационная безопасность, аварийное реагирование, визуализированные компоненты, поддержка принятия решений, оценка последствий, ВАБ-3.

**DISTANCE LEARNING OF RUSSIAN EMERCOM SPECIALISTS
FOR PROFESSIONAL GROWTH IN THE FIELD OF RADIATION SAFETY
AND EMERGENCY RESPONSE WITH A RADIATION FACTOR**

*S.V. Kucherenko, Ph.D. (Phys.-Mat.) V.A. Panteleev, V.Ya. Perevoshchikov,
Ph.D. (Phys.-Mat.) D.A. Pripachkin, Dr. (Tech.) M.D. Segal*

Inst. Nuclear safety of Russian Science Academy

M.V. Omelchenko, M.E. Norseeva

FC VNII GOChS Emercom of Russia

Z.V. Timoshenko

VINITI RAN

Data on the developed complex of distance learning are provided in article with ensuring access on the Internet for professional development of administrative board of Russian

Emercom territorial bodies in the field of radiation safety and emergency response with a radiation factor.

In this statement we present the content of basic elements of the course – lectures, video records, illustrative materials, and the choice of a technological platform of distance learning is substantiated. Here are given the results of approbation of the developed course. We examine the perspective directions of distance learning development regarding concerning support of decision-making, an assessment of consequences of radiation emergencies and the probabilistic safety analysis of the third level (PSA-3).

Key words: distance learning, radiation safety, the emergency reaction, the visualized components, decision-making support, assessment of consequences, PSA-3.

После аварии на Чернобыльской АЭС в обществе сложилось особое восприятие радиации, которое значительно усугубилось в связи с аварией на АЭС «Фукусима-1». Этот фактор является достаточно значимым не только для населения, но и для органов власти и управления, поскольку укоренившаяся в общественном сознании радиофобия ведет к реализации избыточных мер реагирования на чрезвычайные ситуации с радиационным фактором со стороны лиц, принимающих решения.

В силу этого особую актуальность приобретает проблема организации своевременного и адекватного реагирования со стороны специалистов МЧС России на аварии с радиационным фактором [1].

Одним из ключевых моментов в успешном решении этой проблемы является повышение эффективности обучения руководящего состава территориальных органов МЧС России в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций радиационного характера. С учетом специфики работы руководящего состава и ограниченности временных ресурсов важную роль приобретают технологии дистанционного обучения [2].

С практической точки зрения эти технологии позволяют привлекать к процессу обучения ведущих специалистов в области радиационной безопасности, аварийного реагирования, влияния радиации на окружающую среду и здоровье, а также организовать обучение с применением различных форм передачи знаний.

Рассмотрим очень кратко отечественный и зарубежный опыт в области дистанционного обучения.

В России образовательные учреждения приступили к разработке собственных дистанционных курсов в основном относительно недавно по сравнению с зарубежными университетами, а именно около десяти лет назад.

Необходимо отметить, что широко представленные в сети Интернет университетские дистанционные курсы в большинстве своем интегрированы в систему обучения по программам высшего образования. В Интернете можно встретить также большое количество авторских дистанционных курсов, большая часть которых является узкоспециализированными по тематике, свободными по доступу к учебным материалам и предназначенным для самообразования.

Анализ показал, что подавляющее большинство дистанционных курсов в России и за рубежом разрабатывается по гуманитарным и компьютерным отраслям знаний, что связано с объективными трудностями при переводе в дистанционную форму лабораторных и практических занятий в большинстве естественно-научных дисциплин.

Что касается отдельных дистанционных курсов для повышения квалификации специалистов в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций радиационного характера, то сведений о таких в доступной авторам литературе и сети Интернет не было обнаружено.

В рамках задач по повышению эффективности обучения руководящего состава территориальных органов МЧС России в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций радиационного характера, поставленных Федеральной целевой программой «Преодоление последствий радиационных аварий на период до 2015 года», была предусмотрена работа по созданию учебно-методического комплекса дистанционного обучения для повышения квалификации руководящего состава территориальных органов управления МЧС России с использованием трехмерного моделирования и средств объемной визуализации.

Работа проводилась силами специалистов, имеющих значительный опыт в области ядерной и радиационной безопасности, реагирования на чрезвычайные ситуации с радиационным фактором, научно-технической поддержки систем аварийного реагирования, а также практический опыт проведения учений и тренировок на радиационно опасных объектах. Кроме того, ИБРАЭ РАН обладает современными актуальными базами данных и базами знаний в этих областях.

Разработка учебно-методического комплекса осуществлялась поэтапно.

Вначале была подготовлена учебная программа, в соответствии с которой обучаемые должны были ознакомиться с существующими проблемами и перспективами развития атомной энергетики, влиянием атомной отрасли на жизнедеятельность населения и окружающую среду, характеристиками ядерно и радиационно опасных объектов, сценариями возникновения аварийных ситуаций. Значительное внимание в программе было уделено изучению правовой и нормативной базы в области обеспечения радиационной безопасности, организации мероприятий по обеспечению радиационной безопасности населения и предупреждению радиационных аварий, порядка организации радиационного контроля и мониторинга радиационной обстановки, методик и средств оценки радиационной обстановки, порядка организации аварийного реагирования на чрезвычайные ситуации радиационного характера.

Было предусмотрено изучение современных средств индивидуальной и коллективной защиты от радиоактивных веществ и ионизирующих излучений, порядка планирования мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций радиационного характера, порядка организации спасательных работ и обеспечения радиационной безопасности в зоне аварии.

На базе учебной программы были подготовлены учебные материалы в электронном виде, включающие тексты лекций, видеолекции, прочитанные ведущими специалистами ИБРАЭ РАН и визуализированные компоненты с использованием аппаратных средств трехмерного моделирования. Последние созданы на основе трехмерных интерактивных моделей и могут использоваться как на обычных компьютерах, так и на оснащенных специальными стереоустройствами.

Эти компоненты учебных материалов оказались весьма полезными для получения обучающимися базовых знаний об устройстве и функционировании АЭС с реакторами типа РБМК и ВВР (чернобыльского типа и типа Фукусимы-1) и для анализа потенциальных источников опасностей радиационных аварий в атомной энергетике.

Остановимся теперь несколько более подробно на содержании курса лекций.

В соответствии с учебной программой общий бюджет времени на изучение курса — 72 часа. Всего было подготовлено 12 лекций следующего содержания:

1. Современная атомная энергетика и перспективы ее развития. Влияние атомной отрасли на жизнедеятельность населения и окружающую среду.
2. Крупные радиационные аварии и инциденты на ядерно и радиационно опасных объектах, аварийное реагирование, последствия для населения и окружающей среды.

Приводятся сценарии возникновения и описание развития некоторых крупных аварий на ядерно и радиационно опасных объектах с выходом радиоактивных веществ в окру-

жающую среду и инцидентов с радиоактивными веществами. Рассмотрены последствия радиационных аварий для населения и окружающей среды, масштабы аварий и особенности загрязнения окружающей среды. Приведен отечественный и зарубежный опыт ликвидации последствий радиационных аварий и катастроф.

3. Нормативное регулирование в области обеспечения радиационной безопасности в Российской Федерации. Рекомендации МКРЗ, НКРЗ, стандарты МАГАТЭ.

В рамках этой темы изложены сведения о нормативном регулировании в области обеспечения радиационной безопасности в Российской Федерации, а также рекомендации МКРЗ, НКРЗ, стандарты МАГАТЭ, санитарные нормы и правила гигиенические нормативы в области обеспечения радиационной безопасности.

4. Основные мероприятия по обеспечению радиационной безопасности населения и предупреждению радиационных аварий.

5. Организация радиационного контроля и мониторинга радиационной обстановки при обеспечении радиационной безопасности. Методики и средства оценки радиационной обстановки.

Приводятся сведения о Единой государственной автоматизированной системе контроля радиационной обстановки, ведомственных и объектовых систем (ЕГАСКРО и АСКРО соответственно). Отдельно рассмотрены территориальные АСКРО (на примере Мурманской и Архангельской областей).

6. Организация аварийного реагирования на чрезвычайные ситуации радиационного характера, научно-техническая поддержка систем аварийного реагирования.

Приводятся сведения о системах аварийного реагирования НЦУКС, ГК «Росатом», ОАО «Концерн Росэнергоатом», ОАО «ТВЭЛ». Показано, как осуществляется научно-техническое обеспечение и поддержка принятия решений в аварийных ситуациях радиационного характера, как организован процесс обмена информацией между ситуационными и кризисными центрами.

7. Средства индивидуальной и коллективной защиты от радиоактивных веществ и ионизирующих излучений.

Приводятся технические характеристики средств индивидуальной и коллективной защиты от радиоактивных веществ и ионизирующих излучений, принципы построения защитных сооружений, оценка их эффективности.

8. Планирование мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций радиационного характера.

Раскрываются основные принципы планирования и проведения мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций радиационного характера.

9. Обеспечение радиационной безопасности на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению.

В рамках данной темы показано, как реализуется зонирование территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению, как осуществляется организация и проведение мероприятий по эвакуации населения при радиационных авариях, организация и оказание медицинской помощи пострадавшему населению. Отдельно рассмотрены дезактивационные работы и технологии их проведения, работы по радиационной защите населения при ликвидации последствий радиационных аварий и порядок обеспечения жизнедеятельности населения на загрязненных территориях.

10. Основы организации ликвидации последствий радиационных аварий.

В рамках этой темы рассмотрены следующие вопросы:

организация управления ликвидацией последствий радиационных аварий;

технологии ведения аварийно-спасательных и других неотложных работ при радиационных авариях;

силы и средства, привлекаемые к ликвидации последствий радиационных аварий;

выявление и захоронение источников радиоактивного загрязнения;
особенности работ по локализации и тушению пожаров при радиационных авариях на АЭС;

меры безопасности при выполнении работ по ликвидации последствий радиационных аварий.

11. Подготовка персонала объектов использования атомной энергии, организация и проведение, учений и тренировок по действиям в чрезвычайных ситуациях.

Показано, как осуществляется организация и проведение занятий, учений и тренировок по действиям в чрезвычайных ситуациях с радиационным фактором. Приведены образцы организационно-распорядительных документов, результаты проведенных реальных учений и тренировок на радиационно опасных объектах.

12. Организация аварийного информирования населения, общественных организаций и СМИ.

В рамках этой темы показано, как должен строиться процесс организации информирования населения, общественных организаций и СМИ о деятельности ядерно и радиационно опасных объектов, возможных последствиях аварий с радиационным фактором и мерах по их предотвращению.

Следующий этап был посвящен подготовке видеолекций, прочитанных специалистами ИБРАЭ РАН, и сопровождающихся наглядными и удобными для восприятия иллюстративными материалами.

Всего было подготовлено пять фильмов, длительностью от 30 до 50 минут:

1. Отечественный и зарубежный опыт аварийного реагирования и ликвидации последствий наиболее значимых радиационных аварий и инцидентов.

2. Мониторинг и контроль радиационной обстановки.

3. Проблемы информационного взаимодействия с общественностью при чрезвычайных ситуациях радиационного характера.

4. Научно-техническая поддержка систем реагирования на радиационные аварии.

5. Средства индивидуальной и коллективной защиты от радиоактивных веществ и ионизирующих излучений.

С целью ознакомления обучающихся с реальным опытом аварийного реагирования на тяжелую аварию на атомной электростанции, сопровождающуюся выходом радиоактивных веществ в окружающую среду, был подготовлен учебный материал по аварии на АЭС «Фукусима-1». Это полностью оригинальный материал, включающий описание исходного события, этапы развития аварии на всех четырех блоках АЭС «Фукусима-1», оценку формирования источников выброса радиоактивных веществ (нуклидный состав, физико-химические формы радионуклидов, высоты выброса, метеоданные) и результаты расчетной оценки радиационной обстановки на промплощадке аварийной АЭС, в ближней зоне вокруг АЭС (до 100 км), а также на территории Японии и российского Дальнего Востока.

Кроме того, представлены оценки дозовых нагрузок на население и приведены критерии принятия решений о защитных мерах в отношении населения проживающего на загрязненной территории вокруг АЭС и территории Дальнего Востока Российской Федерации.

При подготовке учебных материалов по вопросам, связанным с анализом принятия решений по защите населения на опыте аварии на АЭС «Фукусима-1», использовались программно-технические средства для научно-технической поддержки принятия решений, разработанные специалистами ИБРАЭ РАН и аттестованные Федеральным надзором по ядерной и радиационной безопасности.

Использование этих технических средств позволило с достаточно высокой точностью осуществить реалистическое моделирование аварии на АЭС «Фукусима-1» и получить

данные для прогноза радиационной обстановки на территории Японии и Дальнего Востока Российской Федерации.

Значительное внимание было уделено вопросам принятия решений по мерам защиты населения при этой аварии, что особенно важно для специалистов МЧС. Рассмотрим этот момент подробнее.

Авария началась 11 марта 2011 г. после землетрясения, которое произошло в 14 ч 46 мин. К вечеру 11 марта стало ясно, что возможна утечка радиоактивности в окружающую среду, и власти префектуры в 21 ч 23 мин. объявили об эвакуации населения из зоны радиусом 3 км вокруг АЭС и укрытии граждан в 10-км зоне. В дальнейшем, по мере развития аварии, власти принимают решения о расширении зоны эвакуации населения. 12 марта в 5 ч 44 мин. объявляется эвакуация в 10-км зоне, а в этот же день в 18 ч 25 мин. решено расширить зону эвакуации до 20 км. 15 марта объявлено о проведении йодопрофилактики в 20-км зоне и объявляется эвакуация вне этой зоны, но там, где возможная доза для населения может превысить 20 мЗв в год. 25 марта объявлено о добровольном отселении из зоны радиусом 20–30 км от аварийной станции. Власти регулярно оповещали население и своевременно принимали меры по эвакуации [3]. Правда нельзя не отметить, что проведенные в ИБРАЭ РАН расчеты показали, что 2/3 всех эвакуированных лиц могли не покидать своих домов после аварии и это существенно не повлияло бы на их здоровье. Но с учетом социального аспекта, в условиях ограниченной информации и особенностей региона, эвакуация может быть оправданной мерой, несмотря на всю неопределенность, связанную с оценками опасности для жизни и здоровья эвакуируемых людей.

В учебных материалах четко показано (это важно для специалистов МЧС), что в настоящее время в отношении мер защиты населения при радиационных авариях существует заметный разрыв между мнениями профессионалов в области радиационной безопасности и складывающейся практикой радиационной защиты населения, что приводит к избыточности мер аварийного реагирования [4, 5, 6].

В разработанном учебном курсе по вопросам радиационной безопасности на данном этапе проблемы научно-технической поддержки мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий ЧС с радиационным фактором и аварийного реагирования подробно не освещались. Эти вопросы требуют достаточно глубокого уровня знаний в области радиационной безопасности и, на наш взгляд, по мере развития и углубления системы обучения и повышения квалификации должностных лиц и специалистов МЧС России потребуется ознакомление с основами этих знаний.

Представляется целесообразным ознакомить обучающихся с основами современных программных технических средств поддержки принятия решения при чрезвычайных ситуациях с радиационным фактором, которые в настоящее время используются в системе РСЧС, а так же широко применяется в рамках системы аварийного реагирования, активно используется в рамках всевозможных учений и тренировок под эгидой различных министерств и ведомств (ГК «РОСАТОМ», Концерна «РОСЭНЕРГОАТОМ», МЧС и др.), а также в международных учениях [7].

Примерами таких специализированных программных средств (СПО) для прогноза радиационных последствий при выбросе в атмосферу радиоактивных веществ являются НОСТРАДАМУС [8], ПРОЛОГ [9], для выбросов в водную среду – Нептун [10].

Оценки радиационной обстановки на территории Японии и Дальнего Востока РФ, в случае аварии на АЭС Фукусима (2011), полученные с помощью СПО «НОСТРАДАМУС» показали, что проведение защитных мероприятий для населения Дальнего Востока РФ не требуется, а на территории Японии прогноз радиационной обстановки подтвердился измерениями [11, 12].

С точки зрения повышения квалификации специалистов МЧС России, по нашему мнению, большой интерес представляет методы и модели вероятностного анализа количественных характеристик риска для населения и территорий от аварий на объектах использования атомной энергии (ОИАЭ) для целей минимизации последствий радиационных аварий, расчетов сил и средств, объемов укрытий, необходимой техники, средств индивидуальной и коллективной защиты, медицинского обеспечения и т.д.

В настоящее время после аварии на АЭС «Фукусима-1» в 2011 г. в России и в мире проводятся работы по ужесточению требований к безопасности АЭС и повышению эффективности мер по защите населения при тяжелых авариях.

Опыт развития тяжелых аварий на ОИАЭ (на АЭС «Три-Майл» в США, на Чернобыльской АЭС, АЭС «Фукусима-1») показывает, что аварии развиваются при существенной неопределенности прогнозов времени, мощности выбросов и условий распространения радиоактивных веществ в окружающей среде [1]. Поэтому поддержка принятия заблаговременных и оперативных решений по защите населения и территорий без учета неопределенности условий развития аварии оказывается недостаточно обоснованной.

В настоящее время ведутся перспективные работы по созданию фундаментальных основ, методов и моделей вероятностного анализа оценки рисков при авариях на ОИАЭ в целях поддержки принятия решений по защите населения и территорий в начальный период аварии с учетом неопределенности характеристик аварийных выбросов и условий развития чрезвычайной ситуации. В специальной литературе этот комплекс работ обозначается как вероятностный анализ безопасности третьего уровня (ВАБ-3).

Внедрение специального программного обеспечения (СПО), реализующего методологию ВАБ-3 позволит осуществить поддержку лиц, принимающих решения при возникновении ЧС с радиационным фактором с учетом неопределенностей внутренне присущих крупным запроектным авариям на ОИАЭ [13].

На последующих этапах работ по развитию системы дистанционного обучения специалистов МЧС России в области радиационной безопасности представляется целесообразным рассмотреть более подробно вопросы, связанные с научно-технической поддержкой лиц, принимающих решения, на основе методологии ВАБ-3.

Ключевым этапом в работе было размещение учебных материалов в сети Интернет на базе выбранной технологической платформы.

Выбор технологической платформы, как правило, осуществляется, во-первых, основываясь на реализации компьютерных сетевых технологий, обеспечивающих работу интерактивных электронных учебных материалов различного вида и назначения, доступных для обучаемых с помощью глобальной сети Интернет, а во-вторых, технологическая платформа должна обеспечивать администрирование учебного процесса — прием и выпуск обучающихся, мониторинг учебной деятельности, обеспечение взаимодействия преподавателя и обучаемых и т. д.

В качестве технологической платформы разработанного учебно-методического комплекса выбрана система Moodle — Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment (модульная объектно-ориентированная динамическая обучающая среда). Moodle — бесплатно распространяемый программный комплекс, но по своим функциональным возможностям, простоте освоения и удобству использования удовлетворяет большинству требований, предъявляемых пользователями к системам электронного обучения. Эта система управления обучением, ориентированная, прежде всего на организацию взаимодействия между преподавателем и учениками, подходит и для организации традиционных дистанционных курсов, а так же поддержки очного обучения. Используя Moodle, преподаватель может создавать курсы, наполняя их содержимым в виде текстов, вспомогательных файлов, презентаций, опросников и т.п. Для использования Moodle достаточно иметь web-

браузер, что делает использование этой учебной среды удобной как для преподавателя, так и для обучаемых. По результатам выполнения обучаемыми заданий, система (в автоматическом режиме) или преподаватель (в ручном режиме) могут выставить оценки и давать комментарии. Таким образом, Moodle является и центром создания учебного материала и обеспечения интерактивного взаимодействия между участниками учебного процесса. Moodle дает возможность проектировать, создавать и, в дальнейшем управлять ресурсами информационно-образовательной среды. Также Moodle имеет многофункциональный тестовый модуль, а поскольку основной формой контроля знаний в дистанционном обучении является тестирование, то наличие обширного инструментария для создания тестов и проведения обучающего и контрольного тестирования является еще одним преимуществом этой платформы.

Уместно несколько более подробно остановиться на таком специфическом средстве обучения, как визуализированные компоненты с использованием аппаратных средств трехмерного моделирования.

Визуализированные компоненты с использованием аппаратных средств трехмерного моделирования оформлены в виде электронных интерактивных изданий с поддержкой самоконтроля усвоенных знаний, функционирующих на мобильных и стационарных компьютерах, работающих под управлением операционных систем Windows (XP, Vista, W7, W8), и поддерживающих современные средства реалистичной объемной визуализации (персональные видеомониторы и шлемы виртуальной реальности, мониторы с активными и пассивными очками, безочковые устройства автостереоскопии, 3D кинотеатры и т.п.).

Подготовленные в рамках курса дистанционного обучения визуализированные компоненты для получения базовых знаний об устройстве и функционировании АЭС для анализа потенциальных источников опасностей радиационных аварий в атомной энергетике имеют в составе:

- трехмерную интерактивную обучающую модель атомной электростанции с реактором BWR (рабочий аналог реакторов, установленных на АЭС «Фукусима-1»);
- трехмерную интерактивную обучающую модель атомной электростанции с реактором РБМК (рабочий аналог реактора типа ЧАЭС).

Важным компонентом системы дистанционного обучения является комплект контрольно-измерительных материалов. Он предназначен для проверки промежуточного и итогового уровня знаний обучающихся, а также для осуществления проверки уровня знаний в порядке самоконтроля. Основная форма контроля знаний — тестовые задания, сформулированные по определенному алгоритму. Такой подход обеспечивает оперативность при подведении итогов обучения, беспристрастность оценок, меньшую трудоемкость при редактировании тестов, простоту и экономичность их тиражирования, осуществление самоконтроля, дистанционное взаимодействие с обучающимся с учетом индивидуального выбора времени и места.

Проверочные задания строятся по модульному принципу на основе банка вопросов. Это обеспечивает индивидуальное формирование конкретного задания в тот момент, когда это требуется по учебному плану. Задания формируются из следующих элементов: вопрос, ответ, блок, цепочка, комментарий.

Элемент «ответ» формально предопределяется шаблоном, наиболее распространенный — выбор ответа из списка (выбор единственного варианта и аддитивный выбор нескольких элементов списка). Каждому вопросу сопоставляется множество правильных и множество неправильных ответов. В простейшем случае у вопроса, требующего единственного ответа из списка, — только один правильный ответ (как правило, указывается несколько и даже с градацией «правильности»).

Элемент «блок» — объединение вопросов общей тематической направленности. Внутри каждого блока вопросы выбираются автоматически в произвольной последовательности. Это означает, что разные тестируемые увидят разные вопросы (и в разной последовательности, и с разным списком ответов). При объединении в тест нескольких блоков допустимо произвольно переставить и сами блоки. Но выделение блоков гарантирует, что каждая тема, чей блок оказался в тесте, обязательно будет опрошена, какой бы высокой не оказалась избыточность конкретного теста.

Элемент «цепочка» образуется из специально маркированных вопросов (и блоков) особым признаком включения их в целевые цепочки. Тогда программа тестирования на каждом этапе оперирует только теми вопросами, которые соответствуют выбранному ранее варианту. На этой основе строятся логически связанные задания, в которых следующий вопрос зависит от ответа на предыдущий.

Элемент «комментарий» обеспечивает отклик программы тестирования при неверном ответе. Комментарий, как правило, объясняет его, не называя правильного ответа.

Изменение результатов автоматического тестирования преподавателем вручную не предполагается. Для реализации механизма апелляции используются вопросы с развернутым ответом, задания для эссе, рефератов: преподавателем может формироваться набор вопросов и тем для ручной проверки знаний и навыков (ответы даются развернуто, в произвольной форме).

Контрольно-измерительные материалы размещаются на интернет-сервере в рамках выбранной технологической платформы.

На заключительном этапе работы проводилась апробация разработанного учебно-методического комплекса дистанционного обучения с целью установления степени эффективности обучения и выявления мнения обучаемых о содержании и форме учебных материалов.

Апробация проводилась путем дистанционного обучения через Интернет контрольной группы в составе 30 человек с проверкой полученных знаний. Измерялись и сравнивались исходный и итоговый уровни знаний.

Согласно результатам апробации применение учебно-методического комплекса дистанционного обучения позволило повысить уровень знаний, умений и навыков обучающихся и сократить отрицательные результаты (оценка 2 балла) при прохождении итогового тестирования на 100%. Содержание и форма представления материалов учебно-методического комплекса получили высокую оценку со стороны экспертов и обучающихся.

Результаты апробации позволили сделать вывод, что разработанный учебно-методический комплекс дистанционного обучения является эффективным средством повышения квалификации, совершенствования знаний, умений и навыков обучающихся в области радиационной безопасности и реагирования на чрезвычайные ситуации с радиационным фактором.

Теперь уместно охарактеризовать практические результаты и области их применения.

Разработанные учебные материалы в электронном виде и в виде видеолекций, подготовленные специалистами в области ядерной и радиационной безопасности и аварийного реагирования на радиационные аварии, обеспечат реализацию основной цели, сформулированной в Федеральной целевой программе, — повышение уровня компетенций руководящего состава территориальных органов МЧС России.

Все учебные материалы базируются на современной научной базе в области реагирования на чрезвычайные ситуации с радиационным фактором с применением передовых средств численного моделирования в трехмерной постановке, актуализированных баз данных и баз знаний, использовании многолетнего практического опыта реагирования на ядерные и радиационные аварии и инциденты специалистов ИБРАЭ РАН. Именно зна-

чительный практический опыт, отраженный в учебных материалах, является важной предпосылкой успешного обучения должностных лиц МЧС России и приобретения обучающимися не только теоретических знаний, но и практических навыков, необходимых при реальной работе по аварийному реагированию.

Необходимо отметить важную роль системы дистанционного обучения в повышении культуры безопасности, особенно применительно к такой специфической области, как атомная энергетика и атомная промышленность. Мы уже говорили о том, что в обществе сложилась достаточно устойчивая радиофобия в сочетании с недостатком знаний и искаженными представлениями о реальных угрозах атомной энергетики. Со стороны лиц, принимающих решения, это приводит в ряде случаев к принятию ошибочных управленческих решений (пример — авария на Сибирском химическом комбинате в 1993 году), а со стороны населения — к возникновению слухов и панических настроений (ситуация на Дальнем Востоке при аварии на АЭС «Фукусима-1», ситуация в Саратовской области при ложном сообщении об аварии на Балаковской АЭС). [1, 14]

На наш взгляд сфера применения учебно-методического комплекса дистанционного обучения шире, чем повышение квалификации специалистов МЧС России. Возможно использование этого комплекса и для повышения квалификации должностных лиц и специалистов других звеньев единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в области радиационной безопасности.

Кроме того, разработанный комплекс целесообразно использовать в учебном процессе профессионального и дополнительного образования в системе высших и средних специальных учебных заведений МЧС России. Возможно, что материалы комплекса окажутся полезными не только для обучающихся, но и для преподавателей, аспирантов и адъюнктов учебных заведений МЧС России, а также научных работников отраслевых научно-исследовательских институтов и центров.

Литература

1. Радиационная безопасность населения /Под общ. ред. Р. В. Арутюняна; Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН. — М., ИРБ. - 2011. 383 с.
2. Прищепов Д. З., Тараканов А. Ю., Норсеева М. Е. Новые образовательные технологии обучения населения в области безопасности жизнедеятельности //Технологии гражданской безопасности. - 2010. Т. 7. № 4. С. 88-93.
3. Блинова И.В., Соколова И.Д. Авария на АЭС «Фукусима-1» и ее влияние на развитие атомной энергетики // Атомная техника за рубежом. - 2011. № 7. С. 3-17.
4. Алексахин Р.М., Булдаков Л.А., Губанов В.А. и др. Радиационные аварии. — М., ИздАт. - 2001. 751 с.
5. Агапов А.М., Новиков Г.А. Культура ядерной и радиационной безопасности: государственные гарантии, идеология, принципы и способы реализации. — С.-Пб., Профи-Центр. - 2010. 863 с.
6. Ярмоненко С.П. Медицинские последствия аварии на Чернобыльской АЭС // Специальное приложение к журналу «Медицинская радиология и радиационная безопасность». - 2002.
7. Арутюнян Р.В., Красноперов С.Н., Осипьянц И.А., Сегаль М.Д. Научно-техническое обеспечение аварийного реагирования при радиационных авариях // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. - 2010. № 2. С. 23-28.
8. Беликов В.В., Головизнин В.М., Катышков Ю.В., Семенов В.Н, Стародубцева Л.П., Сорокова О.С., Фокин А.Л. НОСТРАДАМУС – компьютерная система прогнозирования радиационной обстановки. Верификация модели атмосферного переноса примеси.// Труды ИБРАЭ, Моделирование Распространения Радионуклидов в окружающей среде. Москва. Наука. - 2008. сс. 41-103

9. Богатов С.А., Киселев А.А., Уткин С.С., Берегич Д.А., Мокров К.Ю. Оценка объема дополнительного поступления воды на акваторию и водосборную площадь Теченского каскада водоемов с атмосферными выбросами из градиен проектируемой Южно-Уральской АЭС. // Вопросы радиационной безопасности. - 2013, № 2, сс.64-70.

10. Семенов В.Н., Сорокикова О.С., Дзама Д.В. (ИБРАЭ РАН). «Моделирование радиоактивного загрязнения морской среды в результате аварии на АЭС Фукусима 1(Дай-ичи) с точки зрения потенциальной опасности переноса на значительные расстояния» //Международная конференция по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды: Enviromis - 2012. 24 июня -2 июля 2012, Иркутск, Россия, с.35-39.

11. Арутюнян Р.В., Большов Л.А., Припачкин Д.А., Семенов В.Н., Сорокикова О.С., Фокин А.Л. (ИБРАЭ РАН), Игнатов Р.Ю., Рубинштейн К.Г., Смирнова М.М. («Гидрометцентр России») «Оценка выброса радионуклидов при аварии на АЭС Фукусима-1 (Япония). 15 марта 2011». //Атомная энергия, Т.112, вып. 3, март 2012., с.159- 163.

12. Арутюнян Р.В., Большов Л.А., Киселев А.Е., Красноперов С.Н., Павловский О.А., Панченко С.В., Припачкин Д.А., Стрижов В.Ф. «Оперативный анализ аварии на АЭС Фукусима-1 и прогнозирование её последствий». //Атомная энергия, Т.112, вып.3, март 2012., с. 151-158.

13. Камышанский М.И., Кучеренко С.В., Пантелеев В.А., Перевоицков В.Я., М.Д. Сегаль. Система оповещения и информирования о чрезвычайных ситуациях радиационного характера. //Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. - 2014. № 2. с.

14. Омельченко М.В., Тараканов А.Ю., Норсеева М.Е. Мониторинг процесса подготовки населения в области безопасности жизнедеятельности и пути его совершенствования //Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. - 2012. № 2. С. 104-108.

Сведения об авторах

Кучеренко Станислав Витальевич - научный сотрудник Института проблем безопасного развития атомной энергетики РАН, (495) 955 22 29;

Пантелеев Владимир Александрович - старший научный сотрудник Института проблем безопасного развития атомной энергетики РАН, (495) 955 22 14, e-mail: pant@ibrae.ac.ru;

Перевоицков Виктор Яковлевич - главный специалист Института проблем безопасного развития атомной энергетики РАН, (495) 955 22 14, e-mail: vp-rsi@ibrae.ac.ru;

Припачкин Дмитрий Александрович - зав. отделом Института проблем безопасного развития атомной энергетики РАН, (495) 955 23 50, e-mail: prad@ibrae.ac.ru;

Сегаль Михаил Давыдович - ведущий научный сотрудник Института проблем безопасного развития атомной энергетики РАН, тел. (495) 955 22 14, e-mail: nag@ibrae.ac.ru;

Омельченко Максим Васильевич – нач. отдела ФГБУ ВНИИ ГОЧС, (499) 449 39 39, e-mail: center_kbg@mail.ru;

Норсеева Мария Евгеньевна – н.с. ФГБУ ВНИИ ГОЧС, (499) 449 45 07, e-mail: center_kbg@mail.ru.

Тимошенко Зинаида Владимировна – м.н.с. отдела транспорта ВИНТИ РАН, тел. (499) 155 44 26, e-mail: tranbez@viniti.ru

Реферативный журнал ВИНИТИ «РИСК И БЕЗОПАСНОСТЬ»

Реферативный журнал (РЖ) "Риск и безопасность" - периодическое информационное издание, в котором публикуются рефераты, аннотации и библиографические описания, составленные из периодических и продолжающихся изданий книг, трудов конференций, картографических изданий, диссертационных работ, патентных и нормативных документов, депонированных научных работ по проблемам риска и безопасности. За год освещается свыше 1,5 тыс. статей из более чем 70 основных журналов и сборников, примерно из 30 журналов по смежным наукам, издаваемых в Российской Федерации и за рубежом.

Разделы РЖ "Риск и безопасность":

- общие проблемы риска и безопасности;
- теоретические основы обеспечения безопасности и оценки риска;
- организация служб противодействия чрезвычайным ситуациям природного и техногенного характера;
- технология и техника для проведения аварийно-спасательных работ;
- предупреждение возникновения и развития чрезвычайных ситуаций различного характера и их ликвидация;
- социальная безопасность;
- информационная безопасность, защита информации;
- медицина катастроф, медицинская помощь при аварийно-спасательных работах;
- техника безопасности и средства защиты при аварийно-спасательных работах.

Издание выходит 12 раз в год.

Индекс по каталогу: 56224.

Подписка проводится:

- в почтовых отделениях связи по каталогам **ОАО Агентство «Роспечать»** «Издания органов научно-технической информации» и Объединенному каталогу «Пресса России», Том 1 – на квартал и полугодие;

а также у официальных дистрибьюторов ВИНИТИ РАН:

- **ООО «Информ-ВИНИТИ»**

Адрес: 125190, Россия, г. Москва, ул. Усиевича, 20,
Телефон: 8 (499) 152-64-00; Факс: 8 (499) 152-64-00;
E-mail: inform-viniti@viniti.ru

- **ООО «Информнаука»**

Телефон: 8 (495) 787-38-73 (многоканальный),
Факс: 8 (499) 152-54-81;
WWW: <http://www.informnauka.com>, E-mail: alfimov@viniti.ru

- **ЗАО «МК-Периодика»**

Телефоны: 8 (495) 672-70-12, (495) 672-70-89 Факс: 8 (495) 306-37-57
WWW: <http://www.periodicals.ru>
E-mail: info@periodicals.ru

Подписку на территории Российской Федерации для ЗАО «МК-Периодика» осуществляет: ООО «НТИ-Компакт»

Телефоны: 8 (495) 368-41-01, +7-985-456-43-10
E-mail: nti-compakt@mail.ru

За справками обращаться в **ВИНИТИ РАН**

Адрес: 125190, Россия, г. Москва, ул. Усиевича, 20, **Отдел взаимодействия с потребителями и дистрибьюторами информационных продуктов ВИНИТИ РАН (ОВПД);**
Телефоны: 8 (499) 155-45-25; (499) 155-46-20
Факс: 8 (499) 155-45-25;
E-mail: davydova@viniti.ru, zinovyeva@viniti.ru

Реферативный журнал ВИНТИ «ПОЖАРНАЯ ОХРАНА»

Реферативный журнал "Пожарная охрана" - периодическое издание ВИНТИ по проблемам пожарной безопасности. В выпуске "Пожарная охрана" за год освещается свыше 3 тыс. статей из более чем 60 основных по пожарной тематике журналов и сборников, примерно из 30 журналов по смежным наукам, издаваемых в Российской Федерации и за рубежом.

Разделы РФ "Пожарная охрана":

- общие проблемы пожарной безопасности;
 - организация пожарной охраны; пожарная техника;
 - тушение пожаров и тактика тушения;
 - процессы горения в условиях пожара;
 - пожарная опасность веществ и материалов;
 - снижение пожарной опасности, огнезащита;
 - пожарная безопасность электросетей и электроустановок;
 - пожарная безопасность различных отраслей народного хозяйства, строительства, жилых и общественных зданий, сельского и лесного хозяйства;
 - техника безопасности и индивидуальные средства защиты в пожарной охране;
 - пожарная сигнализация.
- Периодичность издания – 12 номеров в год.

Индекс по каталогу: 56136.

Подписка проводится:

- в почтовых отделениях связи по каталогам **ОАО Агентство «Роспечать»** «Издавания органов научно-технической информации» и Объединенному каталогу «Пресса России», Том 1 – на квартал и полугодие;

а также у официальных дистрибьюторов ВИНТИ РАН:

• ООО «Информ-ВИНТИ»

Адрес: 125190, Россия, г. Москва, ул. Усиевича, 20,
Телефон: 8 (499) 152-64-00; Факс: 8 (499) 152-64-00;
E-mail: inform-viniti@viniti.ru

• ООО «Информнаука»

Телефон: 8 (495) 787-38-73 (многоканальный),
Факс: 8 (499) 152-54-81;
WWW: <http://www.informnauka.com>, E-mail: alfimov@viniti.ru

• ЗАО «МК-Периодика»

Телефоны: 8 (495) 672-70-12, (495) 672-70-89 Факс: 8 (495) 306-37-57
WWW: <http://www.periodicals.ru>
E-mail: info@periodicals.ru

Подписку на территории Российской Федерации для ЗАО «МК-Периодика» осуществляет: ООО «НТИ-Компакт»

Телефоны: 8 (495) 368-41-01, +7-985-456-43-10
E-mail: nti-compakt@mail.ru

За справками обращаться в **ВИНТИ РАН**

Адрес: 125190, Россия, г. Москва, ул. Усиевича, 20, **Отдел взаимодействия с потребителями и дистрибьюторами информационных продуктов ВИНТИ РАН (ОВЦД);**

Телефоны: 8 (499) 155-45-25; (499) 155-46-20
Факс: 8 (499) 155-45-25;
E-mail: davydova@viniti.ru, zinovyeva@viniti.ru

Научный информационный сборник «ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ И ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ»

Предназначен для руководителей и специалистов государственных служб, научных организаций и промышленных предприятий, которые занимаются безопасностью населения, территорий и промышленных объектов, а также для преподавательского состава по подготовке кадров всех уровней в области обеспечения безопасности в различных сферах деятельности.

Научный информационный сборник издается Всероссийским институтом научной и технической информации (ВИНИТИ) при участии МЧС России с 1990 г. с периодичностью 6 номеров в год, объемом 12 авт. листов каждый, ISSN 0869-4176.

В состав редколлегии входят ведущие специалисты в области проблем безопасности институтов и организаций РАН, МЧС России, Минатома России, Минюста России, Горгостехнадзора России, Минэкономки России и других министерств и ведомств России.

Сборник является междисциплинарным научно-техническим изданием в данной области. За 21 год существования журнала сложился высокоэрудированный авторский коллектив из специалистов различных отраслей науки и промышленности.

Решением Президиума ВАК Минобрнауки России научно-информационный сборник "Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций" включён в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёных степеней доктора и кандидата наук.

В журнале освещаются:

- основы государственной политики в области безопасности;
- правовое регулирование в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций;
- обзор теоретических и практических методов оценки риска различных объектов и прогнозирования ЧС; управление рисками различных категорий; страхование;
- научно-теоретические и инженерно-технические разработки в области проблем безопасности, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций; проблемы безопасности транспортных систем;
- организация служб гражданской защиты и комплексной безопасности населения; проблемы безопасности личности, общества и государства;
- подготовка специалистов для государственных служб безопасности, преподавательского состава и учащихся высших и средних учебных заведений по дисциплинам: "Безопасность жизнедеятельности", "Пожарная безопасность" и "Экология";
- международное сотрудничество в области безопасности;
- информационная безопасность;
- проблемы "Медицины катастроф";
- статистические данные о чрезвычайных ситуациях в России и за рубежом; информация о конгрессах, семинарах, совещаниях и выставках, а также о новых изданиях по проблемам безопасности и чрезвычайных ситуаций.

Более подробно о журнале можно узнать на сайте по адресу <http://www.viniti.ru>.

По вопросу публикаций обращаться по: телефону (499) 155-44-26; E-mail: tranbez@viniti.ru.

Периодичность журнала - 6 номеров в год, **индекс 55431** по Каталогу Роспечати "Издания органов научно-технической информации" на первое полугодие 2013 года.

Подписка проводится:

- в почтовых отделениях связи по каталогам **ОАО Агентство «Роспечать»** «Издания органов научно-технической информации» и Объединённому каталогу «Пресса России», Том 1 – на квартал и полугодие;
- а также у официальных дистрибьюторов ВИНИТИ РАН:

• ООО «Информ-ВИНИТИ»

Адрес: 125190, Россия, г. Москва, ул. Усиевича, 20,
Телефон: 8 (499) 152-64-00; Факс: 8 (499) 152-64-00;
E-mail: inform-viniti@viniti.ru

• ООО «Информнаука»

Телефон: 8 (495) 787-38-73 (многоканальный),
Факс: 8 (499) 152-54-81;
WWW: <http://www.informnauka.com>,
E-mail: alfimov@viniti.ru

• ЗАО «МК-Периодика»

Телефоны: 8 (495) 672-70-12,
8 (495) 672-70-89
Факс: 8 (495) 306-37-57
WWW: <http://www.periodicals.ru>
E-mail: info@periodicals.ru

Подписку на территории Российской Федерации для ЗАО «МК-Периодика» осуществляет:

ООО «НТИ-Компакт»

Телефоны: 8 (495) 368-41-01,
+7-985-456-43-10
E-mail: nti-compakt@mail.ru

За справками обращаться в **ВИНИТИ РАН**

Адрес: 125190, Россия, г. Москва, ул. Усиевича, 20,

Отдел взаимодействия с потребителями и дистрибьюторами информационных продуктов ВИНИТИ РАН (ОВПД);

Телефоны: 8 (499) 155-45-25; (499) 155-46-20

Факс: 8 (499) 155-45-25;

E-mail: davydova@viniti.ru, zinovyeva@viniti.ru

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

ВИНИТИ РАН предлагает Вашему вниманию Реферативный Журнал в электронной форме

РЖ в электронной форме (ЭлРЖ) выпускается по всем разделам естественных, технических и точных наук.

Каждый номер ЭлРЖ является полным аналогом печатного номера РЖ по составу описаний документов, их оформлению и расположению. Он сопровождается оглавлением, указателями.

ЭлРЖ представляет собой информационную систему, снабженную поисковым аппаратом и позволяющую пользователю на персональном компьютере:

- читать номер РЖ, последовательно листая рефераты;
- просматривать рефераты отдельных разделов по оглавлению;
- обращаться к рефератам по указателям авторов, источников, ключевых слов;
- проводить поиск документов по словам и словосочетаниям;
- выводить текст описаний документов во внешний файл.

ЭлРЖ в версии Windows Вы можете получить за текущий год с любого номера, а также за предыдущие годы.

Подробную информацию Вы можете получить:

Адрес: 125190, Россия, Москва, ул. Усиевича, 20, ВИНТИ РАН

Телефон: 8 (499) 155-46-20

Телефон/Факс: 8 (499) 155-45-25

E-mail: zinovyeva@viniti.ru, davydova@viniti.ru