

УДК 621.039.78

**ОБУЧАЮЩИЙ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ПРОВЕДЕНИЯ
РАДИАЦИОННОЙ РАЗВЕДКИ МЕСТНОСТИ**

КОМАР Д.И., КОНОВАЛОВ Е.А., КОЖЕМЯКИН В.А., ПРИБЫЛЕВ С.В.

*Научно-производственное унитарное предприятие «АТОМТЕХ»,
(Минск, Республика Беларусь)*

Аннотация. В статье представлены преимущества использования программно-аппаратного комплекса «*SimRad*» при обучении порядку реагирования на ядерные и радиационные аварийные ситуации. Комплекс позволяет имитировать точечные источники гамма-излучения и радиоактивное загрязнение местности. Описаны функции комплекса и его основные возможности.

Ключевые слова: источники ионизирующего излучения, программно-аппаратный комплекс, поле мощности дозы, Монте-Карло моделирование.

**TRAINING SOFTWARE AND HARDWARE COMPLEX FOR CARRYING OUT AREA
RADIATION SURVEY**DAMIAN I. KOMAR, EVGENIY A. KONOVALOV, VALERY A. KOZHEMYAKIN,
SERGEY V. PRIBYLEV*Scientific Production Unitary Enterprise «ATOMTEX»,
(Minsk, Republic of Belarus)*

Abstract. The article presents the advantages of using the «*SimRad*» software and hardware complex for teaching how to respond to nuclear and radiation emergencies. Complex allows to simulate point sources of gamma radiation and radioactive contamination of the area. Its functions and main features are described.

Keywords: Ionizing radiation sources, software and hardware complex, dose rate field, Monte-Carlo simulation.

В Республике Беларусь функционирует более 1000 радиационно-опасных объектов. В настоящее время завершается строительство первой атомной электростанции. Широкое использование различных источников ионизирующих излучений (далее – ИИИ) обуславливает вероятность возникновения аварийных ситуаций, связанных с выходом радиоактивных веществ за защитные барьеры и радиоактивным загрязнением окружающей среды. Важнейшим фактором обеспечения радиационной безопасности при авариях и инцидентах на радиационно-опасных объектах является готовность аварийно-спасательных формирований к осуществлению мероприятий по ликвидации их последствий.

Одним из элементов подготовки сил реагирования на ядерные и радиационные аварийные ситуации является их обучение проведению аварийно-спасательных и других неотложных работ на радиоактивно загрязненной территории и в условиях наличия ИИИ, вышедших из-под контроля. При этом первоочередными мероприятиями являются проведение радиационной разведки, зонирование территории, установление контроля над аварийной установкой или источником и выработка соответствующих решений на принятие всесторонних мер по ликвидации последствий подобных аварий. Отработка необходимых умений и навыков в условиях радиоактивно-загрязненной местности и с реальными ИИИ часто труднореализуема на практике и требует специальных мер по обеспечению радиационной безопасности.

В целях повышения эффективности обучающего процесса в настоящее время находят широкое применение программно-обучающие комплексы. Для совершенствования системы подготовки работников аварийных служб, участвующих в реагировании на чрезвычайные ситуации с наличием ИИИ, УП «АТОМТЕХ» разработан и предлагается к использованию программно-аппаратный комплекс «*SimRad*», позволяющий имитировать точечные источники гамма-излучения, радиоактивное загрязнение местности и оценивать параметры формируемого радиационного поля. Внедрение в обучающий процесс организаций МЧС Беларуси данного комплекса позволило проводить учебные занятия по обучению разведке и оценке радиационной обстановки с помощью приборов радиационного контроля без использования ИИИ, тем самым исключив риск облучения тренируемых, а также исключив ряд организационных проблем.

В аппаратной части комплекс представляет из себя компьютер для тренера и дозиметры-радиометры МКС-АТ1117М с блоками обработки информации на основе карманного планшетного компьютера (КПК) и блоками детектирования гамма-излучения для тренируемых (рис. 1).



Рис. 1. Внешний вид дозиметра-радиометра МКС-АТ1117М на основе карманного планшетного компьютера (КПК) с блоками обработки информации и блоками детектирования гамма-излучения

Программа «SimRad» позволяет имитировать точечные ИИИ и радиоактивное загрязнение местности с расчётом распределения мощности гамма-излучения по заданным параметрам источника. На компьютере тренера должна быть установлена программа «SimRad», а на КПК тренируемых – программа «SimRadMobile» (рис. 2).

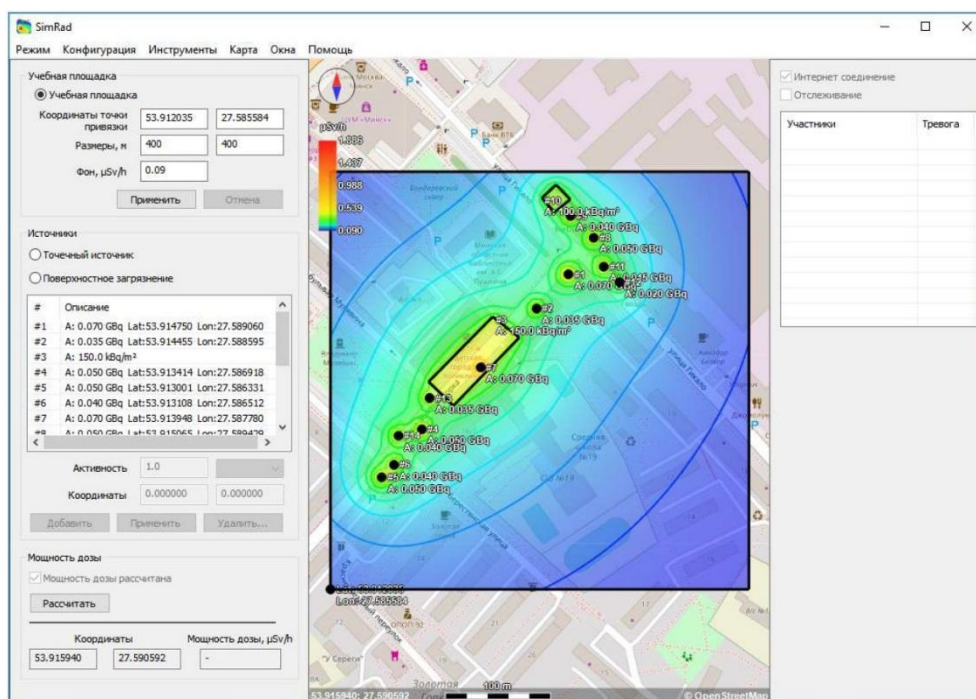


Рис. 2. Главное окно программы «SimRad» на компьютере (ноутбуке) тренера

Возможности и функции программы:

- задание параметров учебной площадки на картах сервисов *OpenStreetMap*, *Google*, Яндекс;
- расположение источников гамма-излучения;
- моделирование точечных источников гамма-излучения с радионуклидом ^{137}Cs ;
- моделирование поверхностного загрязнения территории радионуклидом ^{137}Cs ;
- генерирование поля мощности дозы гамма-излучения в зоне учебной площадки;
- отслеживание положения тренируемых и дозиметрических параметров;
- отслеживание положения знаков ограждения, устанавливаемых тренируемыми.

Время расчета зависит от количества источников и размеров учебной площадки. Корректность расчета результирующего распределения интенсивности излучения от точечных и площадных источников была проверена посредством Монте-Карло моделирования. Программное средство разрабатывалось с использованием эмпирической информации о поверхностных загрязнениях местности радионуклидами.

Программа «*SimRad*» позволяет контролировать тренируемых, отображать список участников тренинга и местоположение каждого участника с индикацией значения мощности дозы в точке его нахождения. Программа также визуализирует координаты знаков ограждения, установленных каждым тренируемым (рис. 3).

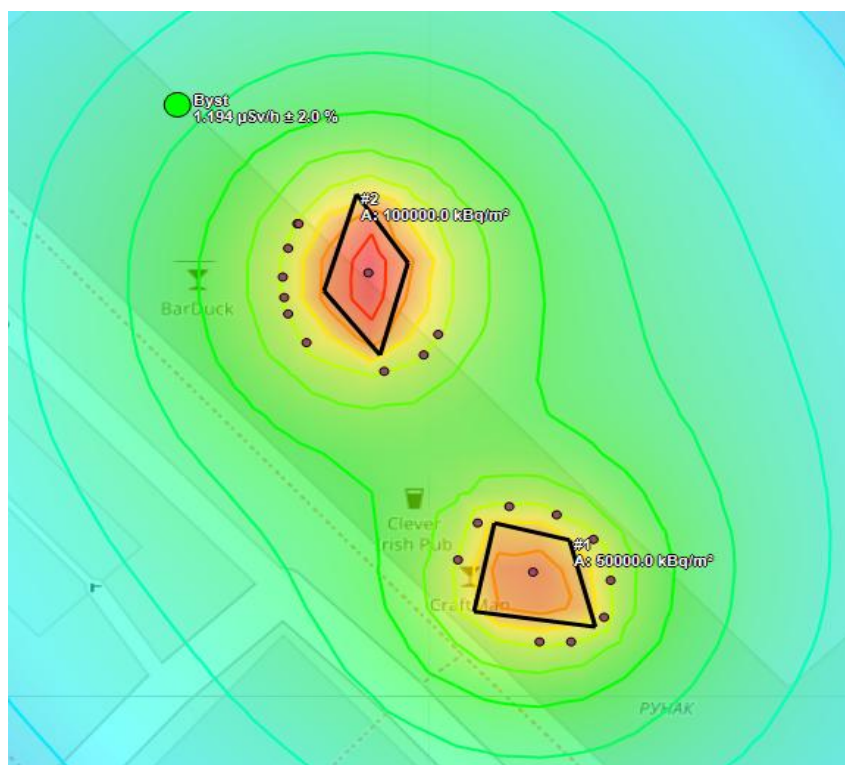


Рис. 3. Контроль расстановки знаков ограждения участниками тренировки

Программа «*SimRadMobile*» устанавливается на КПК тренируемого и предназначена для имитации работы прибора радиационного контроля из состава дозиметра-радиометра МКС-АТ1117М. Программа позволяет работать в двух режимах: поисковый режим и режим измерения мощности дозы. Каждый блок детектирования характеризуется индивидуальной чувствительностью и диапазоном измерения мощности дозы по аналогии с реальным прибором.

Пользователь программы «*SimRadMobile*» получает следующую информацию:

- мгновенную скорость счета импульсов гамма-излучения;
- среднюю скорость счета импульсов гамма-излучения и погрешность;
- мощность дозы гамма-излучения и статистическую погрешность измерения;
- накопленную дозу.

Пользователь имеет возможность устанавливать и удалять виртуальные ограждения.

Координаты местоположения участника определяются с помощью встроенного в КПК GPS-модуля. При движении участника в автоматическом режиме составляется карта загрязнения местности (рис .4).



Рис. 4. Работа КПК с ПО «SimRadMobile» во время проведения обучающей тренировки

Для обеспечения работы комплекса предъявляются следующие требования к учебной площадке и оснащению специальных служб:

- площадь учебной площадки – не более 4 км²;
- размер одной из сторон учебной площадки – не более 2 км;
- количество знаков ограждения на одного тренируемого – до 100 шт;
- защищенный, карманный всепогодный компьютер с блоком детектирования гамма-излучения для тренируемого с установленной программой «SimRadMobile» для симуляции работы поискового дозиметра;
- компьютер для тренера с установленной программой «SimRad» для формирования задания и контроля хода учений;
- связь 3G/LTE для передачи данных между тренером и тренируемыми.

Проверка корректности генерации программой поля мощности дозы гамма-излучения от заданных источников проводилась посредством Монте-Карло моделирования с помощью кода MCNP. Была разработана Монте-Карло модель поверхности почвы для площадки 50×50 метров, на которой размещались источники гамма-излучения ¹³⁷Cs. Результаты сличения значений мощности дозы, рассчитанных с использованием программы «*SimRad*» со значениями, полученными методом моделирования Монте-Карло, приведены в табл. 1.

Табл. 1. Сравнение значений мощности дозы, полученных «*SimRad*» и рассчитанных методом Монте-Карло

Точечный источник (1·10 ⁸ Бк)			Поверхностная активность (1·10 ⁶ Бк/м ²) Площадь загрязнения 50×50 м					
Расстояние от источника, м	Мощность дозы, мкЗв/ч		Отклонение, %	Координаты, м		Мощность дозы, мкЗв/ч		Отклонение, %
	SimRad	М.-К.		х	у	SimRad	М.-К.	
0,1	8,99	10,3	-12,7	10	10	1,695	1,903	-10,9
0,2	8,78	10,01	-12,3	20	10	1,787	1,958	-8,7
0,5	7,36	8,38	-12,2	60	10	0,234	0,223	4,9
1	4,6	5,29	-13,0	80	10	0,077	0,068	12,4
1,5	2,83	3,28	-13,7	60	40	0,238	0,220	8,2
2	1,84	2,12	-13,2	80	40	0,077	0,068	13,4
3	0,919	1,05	-12,5	10	55	0,386	0,372	3,8
5	0,353	0,391	-9,7	100	100	0,016	0,014	14,3
10	0,0905	0,0953	-5,0	70	70	0,061	0,052	16,7
20	0,0226	0,0226	0,0	10	50	1,105	1,056	4,6
50	0,0035	0,0032	9,4	10	45	1,590	1,736	-8,4

В массиве данных, приведенных в табл. 1, прослеживается хорошая сходимость результатов, полученных с помощью Монте-Карло моделирования и рассчитанных с использованием программы «*SimRad*».

Данный программно-аппаратный комплекс может эффективно использоваться при тренировках личного состава специализированных служб, участвующих в реагировании на ядерные и радиационные аварии и инциденты.

Список литературы

1. Комар, Д. И. Программа для симуляции радиационного загрязнения местности «SIMRAD» / Д. И. Комар, Е. В. Быстров, Е. А. Коновалов, С. В. Прибылев // Проблемы и перспективы развития территорий, пострадавших в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС, на современном этапе: материалы Международной научно-практической конференции, г. Хойники, 26-27 июля 2018 г. / ГПНИУ «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник»; под общ. ред. М.В. Кудрина. – Минск: ИВЦ Минфина, 2018. – С. 210–212.
2. Комар, Д. И. Программно-аппаратное средство моделирования радиоактивного загрязнения территорий для обучения личного состава подразделений радиационной разведки / Д. И. Комар, Е. В. Быстров, Е. А. Коновалов, С. В. Прибылев // 8-я Междунар. науч. конф. по военно-техн. проблемам обороны и безопасности, использованию технологий двойного применения, Минск, 16–17 мая 2019 г.: сб. науч. статей. В 5 ч. Ч. 1 / Государственный военно-промышленный комитет Республики Беларусь. – Минск, 2019. – С. 72–75.