

Опыт распространения знаний об уровнях радиационного гамма-фона среди учащихся, проживающих в границах зон радиоактивного загрязнения

М.В. Кислов¹, С.Н. Стародубец¹, Н.Н. Белоус¹, О.Н. Апанасюк²,
Т.Е. Морозова², А.В. Симонов², А.М. Скоробогатов²

¹ Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского
(Филиал Брянского государственного университета в г. Новозыбкове), Новозыбков

² Институт проблем безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук, Москва

В статье рассмотрен опыт практического обучения студентов и школьников старших классов методам оценки радиационного гамма-фона в местах их проживания на территориях радиоактивных загрязнений Брянской области. Выполнен анализ результатов измерений ими уровней радиационного фона, изучена оценка эффективности процесса обучения.

Ключевые слова: радиационная безопасность, радиационный фон, обучение студентов и школьников, информирование населения.

Анализ последствий крупномасштабных радиационных аварий показывает, что риски воздействия радиации на здоровье населения, оцениваемые экспертами, существенно меньше оценок радиационных рисков для здоровья, бытующих среди населения [3, 4, 8]. Это отражается на неадекватности оценок населением тех действий, которые осуществлялись органами исполнительной власти различных уровней и были направлены на минимизацию последствий радиационных аварий. В результате искусственно поддерживается ситуация неограниченного во времени периода преодоления последствий аварии. Не исключено, что затянувшиеся проблемы ликвидации последствий аварии на ЧАЭС обусловлены длительным состоянием радиотревожности у населения [1, 4] и, как следствие, требованием повышенного внимания к себе со стороны властей всех уровней. Завышение населением радиационной опасности характерно для территорий Брянской, Калужской, Орловской и Тульской областей (катастрофа на Чернобыльской АЭС 1986 г.). В настоящее время аналогичная ситуация складывается на территориях Алтайского края, где население ощущает социально значимые последствия ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне (испытания проводились вплоть до 1963 г.), а также на территории Курганской, Челябинской и Свердловской областей (авария 1957 г. на ПО «Маяк»).

Необходимо отметить, что, по данным Роспотребнадзора [9], в 2011 г. на территории России только в 178 населенных пунктах Брянской области (около 163 тыс. жителей) формировались средние годовые эффективные дозы облучения, превышающие гигиенический норматив, – 1 мЗв за год. На территории большинства населенных пунктов, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие радиационных аварий, риск радиационно-индуцированных (неблагоприятных) эффектов на здоровье человека находится на приемлемом уровне и существенно ниже рисков, связанных, например, с возможностью пострадать в дорожно-транспортных происшествиях. Наблюдается существенное расхождение мнений населения и объективных научных данных в оценках радиационной опасности [8].

Эффективное решение проблем, обусловленных различными последствиями радиационных аварий, возможно в том случае, когда население владеет объективно взвешенной оценкой радиационных рисков и поддерживает действия органов исполнительной власти в сфере обеспечения радиационной безопасности.

Цель проведенной работы состояла в создании условий для учащихся старших классов и студентов Брянского государственного университета в формировании представления об ионизирующем излучении посредством приобретения навыка измерения радиационного гамма-фона (мощности дозы гамма-излучения) на территории проживания и его оценки с точки зрения радиационной безопасности.

В рамках работ по федеральной целевой программе «Преодоление последствий радиационных аварий на период до 2015 года» в 2011–2012 гг. были разработаны и проведены занятия по практическому обучению учащихся старших классов и студентов методам измерения радиационного гамма-фона на территории проживания.

Основные задачи работы состояли в следующем:

1. Приобретение знаний учащимися и студентами о формировании радиационного фона территории и факторах, влияющих на его уровень.

2. Обучение основным приемам работы с дозиметрической аппаратурой для измерения мощности дозы гамма-излучения (в дальнейшем гамма-фон).

3. Анализ и оценка полученных фактических данных об уровнях гамма-фона на территории проживания.

4. Формирование общедоступного информационного интернет-ресурса данных о радиационном фоне на территории проживания.

Сформированы две группы обучающихся: первая – из числа учащихся старших классов средних общеобразовательных школ, расположенных в населенных пунктах Брянской области с различным уровнем радиоактивного загрязнения (177 человек); вторая – из числа студентов старших курсов, которые проходили педагогическую практику по физике в школах или проживали в выбранных

населенных пунктах (42 студента). Перечень населенных пунктов представлен в таблице 1. Выбор населенных пунктов для измерения гамма-фона осуществлялся с учетом наличия средней школы и уровня радиоактивного загрязнения территории.

Организация приобретения знаний об ионизирующем излучении, радиационном фоне территории, обучение методам измерения гамма-фона в местах пребывания населения включала следующие последовательные стадии (рис. 1):

Стадия I. Подготовка методического пособия и информационных материалов для учащихся и студентов.

Стадия II. Базовое обучение студентов и школьников знаниям об ионизирующем излучении, радиационном фоне и методам измерения гамма-фона.

Стадия III. Отработка навыков практического владения дозиметром и проведение радиационного обследования населенного пункта.

Стадия IV. Обработка результатов радиационного обследования населенных пунктов, анализ данных об уровнях гамма-фона.

Стадия V. Публикация сведений о распределении уровней радиационного фона в населенных пунктах на сайте «Радиационная безопасность населения Российской Федерации».

Цикл занятий практического обучения школьников старших классов и студентов методам исследования радиационного фона в местах пребывания населения осуществлялся в 2011–2012 гг. в форме интернет-акции, реализуемой на сайте «Радиационная безопасность населения Российской Федерации» (<http://rb.mchs.gov.ru/>).

Стоит отметить, что на начальном этапе (стадия I) разработано методическое пособие «Организация мероприятий по измерению радиационного фона в местах пребывания населения». Данное пособие использовалось для обучения учащихся и студентов. В пособии представлены основные сведения о радиационном фоне и методах его измерения. Специально для школьников разработаны карты для записи результатов измерения гамма-фона на территории населенного пункта. Для составления пособия использовалась информация, которая отражена в работах [2, 4–7]. Кроме того, подготовлены памятки и слайд-шоу с применением интерактивных технологий для школ по разделам: «Что такое ионизирующая радиация»; «Защита от ионизирующей радиации»; «Продукты питания и радиация»; «Понятие радиационного фона территории, гамма-фон территории».

Обучение базовым знаниям о радиационном фоне (стадия II) для студентов проводилось в филиале Брянского госуниверситета г. Новозыбкова; обучение учащихся – в школах на уроках физики по разделу «Ядерная физика» под руководством преподавателей филиала БГУ.

С целью оценки эффективности проведенных занятий был разработан опросный лист (анкета), включающий следующие вопросы:

№ 1. Какие из перечисленных приборов и устройств являются источниками ионизирующего излучения? (выбор из 8 вариантов ответов).

№ 2. Как можно обнаружить ионизирующее излучение? (выбор из 6 вариантов ответов).

Таблица 1

Результаты измерений гамма-фона по населенным пунктам Брянской области (2012 г.)

Наименование населенного пункта	Количество точек измерения	МАЭД, мкЗв/ч		
		Среднее значение	Минимальное значение	Максимальное значение
г. Новозыбков и Новозыбковский район				
г. Новозыбков	36	0,15	0,12	0,30
с. Замишево	45	0,17	0,12	0,27
хутор Величка	33	0,29	0,20	0,40
д. Несвоевка	26	0,16	0,10	0,28
Злынковский район				
г. Злынка	18	0,23	0,08	0,38
с. Большие Щербиничи	18	0,17	0,11	0,39
с. Спиридонова Буда	30	0,16	0,10	0,26
Климовский район				
пгт Климово	78	0,16	0,06	0,33
п. Воробьевка	9	0,18	0,14	0,22
г. Клинцы и Клинцовский район				
г. Клинцы	12	0,14	0,12	0,19
п. Первое Мая	27	0,12	0,06	0,19
Красногорский район				
пгт Красная гора	32	0,16	0,08	0,27
Всего:	364			

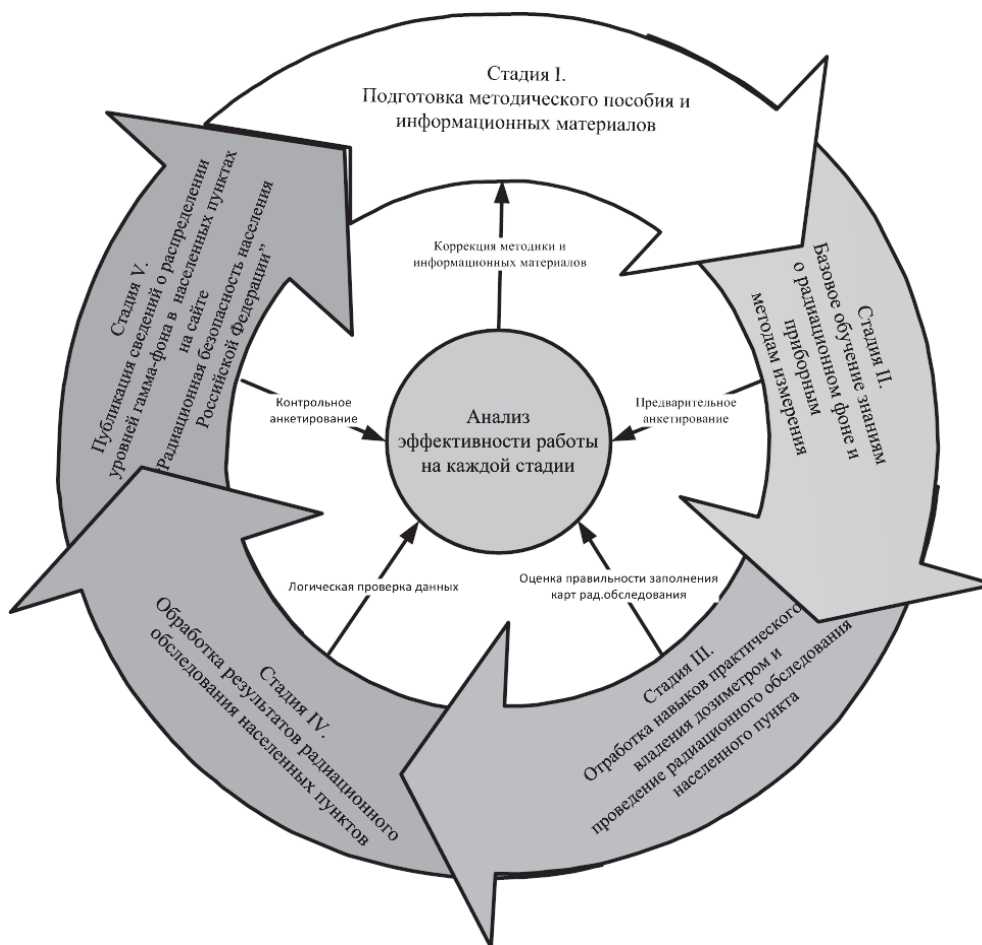


Рис. 1. Схема организации практического обучения школьников старших классов и студентов методам исследования радиационного фона в местах пребывания населения

№ 3. В результате действия ионизирующего излучения на вещество, в нем (веществе) происходит? (выбор из 4 вариантов ответов).

№ 4. Какие существуют единицы измерения радиоактивности радионуклидов? (выбор из 8 вариантов ответов).

№ 5. Что создает основную дозу облучения населения в обычных (неаварийных) условиях? (выбор из 5 вариантов ответов).

№ 6. Каков предел годовой дозы техногенного облучения населения в соответствии с «чернобыльским» законом? (выбор из 4 вариантов ответов).

№ 7. Каковы основные меры защиты при внешнем облучении человека? (выбор из 6 вариантов ответов).

№ 8. Каковы основные пути поступления радионуклидов в организм людей, проживающих на территории Брянской области, подвергшейся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС в настоящее время? (выбор из 4 вариантов ответов).

№ 9. Какие продукты вносят основной вклад в радиоактивность рациона на загрязненных территориях Брянской области в настоящее время? (выбор из 13 вариантов ответов).

Анкета составлена с учетом рекомендаций работы [3]. Опрос учащихся проходил в два этапа, до и после всего курса обучения. Установлено, что удельный вес правильно ответивших на все вопросы анкеты (в конце занятий) составил 74 % от общего количества опрошенных по всем

школам. До начала проведения занятий удельный вес таких ответов учащихся составлял не более 10 %.

В ходе практических занятий (стадия III) были выполнены измерения гамма-фона на территории 12 населенных пунктов пяти юго-западных районов Брянской области в соответствии с Методическими рекомендациями МР 2.6.1.0006-10 [6] и Пособием, которое было разработано для учащихся на первом этапе работы.

Гамма-фон измерялся дозиметрическими приборами типа ДРГ-03Д – «Грач» – по инструкции измеряет мощность AMBIENTного эквивалента дозы гамма-излучения (МАЭД) и прибором ДРГ-01Т – измеряет мощность дозы гамма-излучения. Измерения проводились на высоте одного метра от поверхности почвы в различных местах населенного пункта, а также в зданиях и сооружениях, как правило, в тех местах, где люди проводят наибольшее время в течение суток [6]. Результаты измерений заносились в специально разработанные карты (рис. 2).

Обобщенные результаты измерений гамма-фона учащимися приведены в таблице 1.

Из данных таблицы 1 следует, что средние значения гамма-фона во всех обследованных населенных пунктах (за исключением хутора Величка) находятся в пределах общероссийских показателей.

Установлено также, что измеренные учащимися в ходе проведения занятий средние уровни гамма-фона (рис. 3)

не зависят от средней плотности загрязнения цезием-137 территории населенного пункта и находятся в диапазоне значений, зафиксированных службами Росгидромета [2].

Максимальные значения гамма-фона в границах каждого населенного пункта были в большинстве случаев зарегистри-

рованы на целинных участках и в местах ливнестоков с крыши домов. При этом наблюдается прямая зависимость средней мощности дозы гамма-излучения в населенном пункте, измеренной над целинными участками и над ливнесточками, от средней плотности загрязнения цезием-137 (рис. 4).

Карта результатов измерений радиационного гамма-фона сельского подворья (или квартиры)

1. Характеристика сельского подворья

- 1.1. Адрес, место нахождения подворья: *Новозыбковский район, Шеломовское сельское поселение, деревня Буковец, ул. Центральная дом ____.*
- 1.2. Принадлежность дома: *частное домовладение, владелец _____ (ФИО)*
- 1.3. Дата постройки *1958 год, дом одноэтажный, деревянный с печным отоплением.*
- 1.4. Измерения проведены прибором ДКГ-03Д «Г рач», паспортная погрешность измерения 20%.
- 1.5. Условия измерения гамма-фона: *20.06.2012 года время измерения с 14-00 по 15-00 ч. Погода ясная, сухая.*

2. Результаты измерения гамма-фона

№ точки	Место измерения гамма-фона	Значение, мкЗв/ч	Примечание описание места измерения гамма-фона
1	Вход на территорию двора (калитка)	0,32	Земля с травой
2	Центр двора	0,28	Двор покрыт асфальтом
3	Прихожая	0,20	В центре, пол деревянный
4	Комната с печью	0,21	Центр комнаты
5	Комната с печью	0,28	Возле окна
6	Спальная комната	0,22	Центр
7	Сад	0,35	Земля с травой
8	Огород	0,28	Центр огорода, земля перекопана
9	Ливнесток	0,40	Справа от крыльца
10	Ливнесток	0,49	Сзади дома
11	Участок перед дворовым туалетом	0,30	Насыпь из песка

(При обнаружении повышенного гамма-фона проводится описание участка и его положение отмечается на схеме территории).

2.2. Показания прибора:

- среднее значение гамма-фона в доме 0,24 мкЗв/ч, диапазон – от 0,20 до 0,28 мкЗв/ч.
- на территории двора – 0,28 мкЗв/ч.
- наибольшее значение мощности гамма-фона над ливнесточками – от 0,40 до 0,49 мкЗв/ч.

На территории двора имеются небольшие участки с повышенным гамма-фоном. Участки расположены под стоком воды с крыши.

Ответственный за проведение обследования:

(Ф.И.О. и должность)

Рис. 2. Пример заполнения карты радиационного обследования сельского подворья

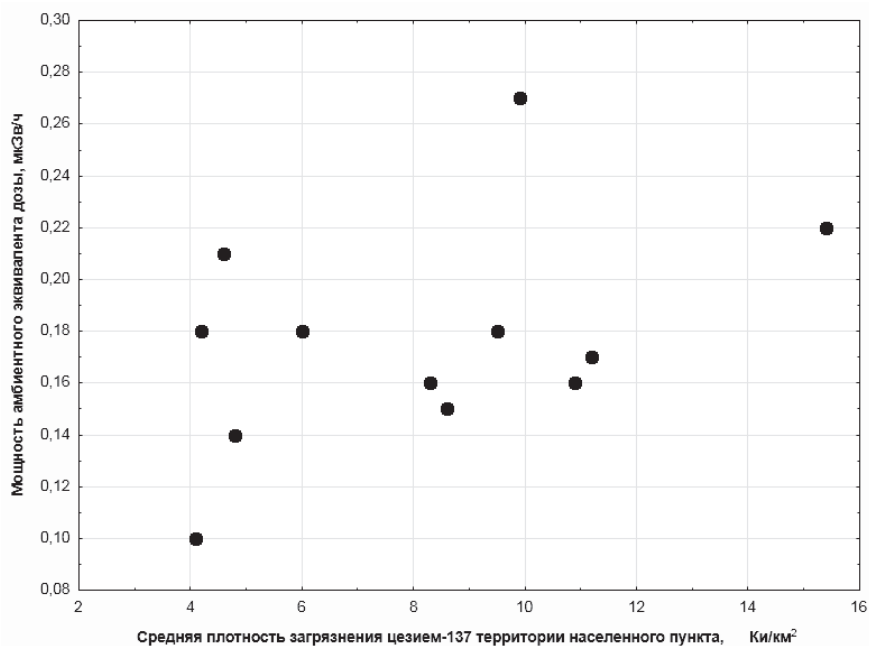


Рис. 3. Распределение усредненных значений гамма-фона для 12 населенных пунктов в зависимости от средней плотности загрязнения ¹³⁷Cs (по состоянию на 01.01. 2012 г.)

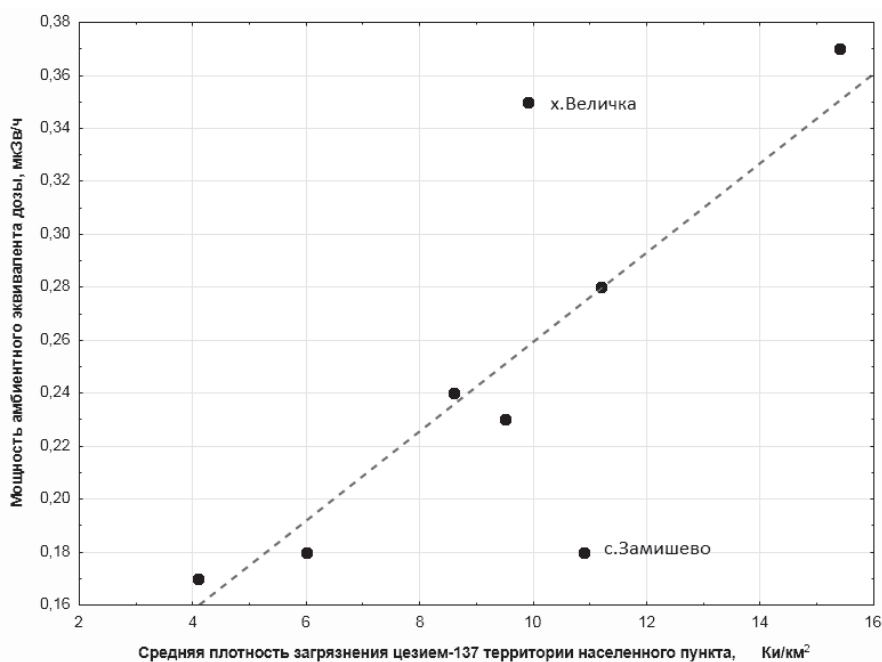


Рис. 4. Распределение средних значений мощности дозы гамма-излучения над целинными участками и над ливнесточками по 12 населенным пунктам в зависимости от средней плотности загрязнения ¹³⁷Cs (по состоянию на 01.01. 2012 г.)

Наибольшие отклонения от указанного на рисунке 4 тренда отмечены в двух населенных пунктах Новозыбковского района (хутор Величка и с. Замишево). Для установления причины необходимо провести дополнительные измерения с целью увеличения объема статистических данных.

Итог последней, пятой стадии работы – обобщение результатов измерений гамма-фона и размещение их на сайте «Радиационная безопасность населения Российской Федерации».

Опыт проведения в 2011–2012 гг. цикла занятий практического обучения школьников и студентов методам исследования радиационного гамма-фона в местах пребывания населения показал, что первоначально разработанная карта радиационного обследования населенного пункта (см. рис. 2) не лишена ряда недостатков. Это зачастую приводило к ошибкам при ее заполнении. В частности, были отмечены ошибки в указании разряда числового значения, а также в описании места измерения гамма-фона.

В целях устранения указанных недостатков разработаны 2 типа новых карт радиационного обследования в населенном пункте: для измерений гамма-фона в зданиях (домах) и в иных сооружениях (рис. 5) и для измерений гамма-фона на открытой местности (рис. 6). Считаем, что использование карт радиационного обследования обеспечит:

- расширение знаний об уровне гамма-фона на территории населенного пункта;
- минимизацию ошибок при заполнении карт, т.к. данные измерений представляются в виде ряда целых чисел – количества измеренных значений, соотношенных к соответствующему табличному интервалу значения мощности дозы гамма-излучения;

– более быстрое внесение данных с применением современных мобильных средств коммуникации – планшетных компьютеров или смартфонов для проведения статистической обработки.

Таким образом, результаты проведенной работы свидетельствуют:

1. Оценка объема, качества знаний и навыков по измерению радиационного гамма-фона, приобретенных участниками цикла занятий, показала их достаточную эффективность. Процент учащихся, правильно ответивших на контрольные вопросы после проведенных обучающих циклов, возрос до 74% от общего количества опрошенных по всем школам.

2. Результаты измерений гамма-фона, полученные участниками цикла занятий практического обучения методам исследования радиационного фона в местах пребывания населения, находятся в согласии с соответствующими данными Росгидромета, что подтверждает адекватность и эффективность разработанного метода обучения.

3. Измерения гамма-фона над целинными участками и над ливнесточками показали, что только в двух населенных пунктах Новозыбковского района Брянской области (хутор Величка и с. Замишево) наблюдается несоответствие между официальными оценками уровня радиоактивного загрязнения и измеренной учащимися мощностью дозы гамма-излучений. Установление причин выявленных отклонений требует проведения дополнительных исследований с привлечением большего объема статистических данных.

4. О необходимости более широкого применения интерактивных технологий и интернет-акций с целью пропаганды радиационно-гигиенических знаний среди учащихся как наиболее активных пользователей Интернетом.

Карта результатов измерений гамма-фона в сооружениях.

(субъект Российской Федерации) _____ (муниципальное образование) _____ (сельское или городское поселение) _____ (населенный пункт) _____

(№ дома) _____ (корпус №) _____ (№ квартиры) _____
 (улица) _____ (географические координаты: ш. _____ д. _____)

Дата измерения: _____ г.

Обозначение (наименование) прибора: _____

Краткая характеристика места обследования:
 Тип строения: 1- деревянное, 2-кирпичное одноэтажное, 3- кирпичное многоэтажное, 4-каменное одноэтажное, 5-каменное многоэтажное, 6-блочное (бетонное) одноэтажное, 7- блочное (бетонное) многоэтажное, 8 - прочие строительные материалы.
 Назначение: 1-жилище, 2-баня, 3-сооружение для домашнего скота, 4-сооружение для домашней птицы, 5- помещение для хранения дров, 6-помещение (склад) для хранения угля, 7 – хранилище (склад) минеральных удобрений, 8 – продовольственное хранилище (склад), 9-прочие хозяйственные постройки, 10- школа, 11-детский сад, 12- спортивное сооружение, 13-прочие общественные здания, 14- промышленные объекты.
 Этаж: 1- первый этаж, 2- подвал, 3-прочие этажи.
 Тип помещения: 1- кухня, 2- спальня, 3-любые помещения с печью, 4-прочие помещения.

Тип строения	Этаж	Назначение	Тип помещения	Количество измерений по диапазонам																		
				[] Диапазоны для устройств, измеряющих в единицах мкР/ч																		
				< 2	2,0-2,9	3,0-3,9	4,0-4,9	5,0-5,9	6,0-6,9	7,0-7,9	8,0-8,9	9,0-9,9	10,0-19,9	20,0-29,9	>30,0							
				[] Диапазоны для устройств, измеряющих в единицах нЗв/ч (нГр/ч)																		
< 20	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100-199	200-299	>300											
[] Диапазоны для устройств, измеряющих в единицах мкЗв/ч (мкГр/ч)																						
< 0,020	0,020-0,029	0,030-0,039	0,040-0,049	0,050-0,059	0,060-0,069	0,070-0,079	0,080-0,089	0,090-0,099	0,100-0,199	0,200-0,299	>0,300											

Рис. 5. Карта результатов измерений радиационного гамма-фона в зданиях и сооружениях

Карта результатов измерений гамма-фона населенного пункта и его хозяйственного ареала

(субъект Российской Федерации) _____ (муниципальное образование) _____ (сельское или городское поселение) _____ (населенный пункт) _____

(№ дома) _____ (корпус №) _____
 (улица) _____

Дата измерения: _____ г.

Обозначение (наименование) прибора: _____

Краткая характеристика места обследования:
 Тип территории: 1- приусадебный участок, 2-улица, 3- стадион, 4-место выгула домашнего скота и птицы, 5-земли сельскохозяйственного назначения, 6-лесные угодья, 7- парк, 8- берег водоема или реки (не более 15 м от уреза воды), 9-овраг, 10-место выхода подземного водного источника (родник и пр.) на поверхность, 11- свалка бытовых отходов (организованная), 12-прочие территории.
 Характеристика точки измерения: 1 – сад, 2- огород, 3- тротуар, 4- дорога, 5- железнодорожное полотно, 6-ливнесток, 7- ненарушенные почвы, 8- обработанные почвы, 9- прочее.
 Метеоусловия: 1- ясная погода, 2-ясная погода после дождя, 3- облачная погода после дождя, 4- дождь, 5- снег, 6-снежный покров высотой до 10 см., 7-снежный покров высотой свыше 10 см., 8- прочее.

Тип территории	Характеристика точки измерения	Метеоусловия	Количество измерений по диапазонам																			
			[] Диапазоны для устройств, измеряющих в единицах мкР/ч																			
			< 2	2,0-2,9	3,0-3,9	4,0-4,9	5,0-5,9	6,0-6,9	7,0-7,9	8,0-8,9	9,0-9,9	10,0-19,9	20,0-29,9	>30,0								
			[] Диапазоны для устройств, измеряющих в единицах нЗв/ч (нГр/ч)																			
< 20	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100-199	200-299	>300											
[] Диапазоны для устройств, измеряющих в единицах мкЗв/ч (мкГр/ч)																						
< 0,020	0,020-0,029	0,030-0,039	0,040-0,049	0,050-0,059	0,060-0,069	0,070-0,079	0,080-0,089	0,090-0,099	0,100-0,199	0,200-0,299	>0,300											

Рис. 6. Карта результатов измерений радиационного гамма-фона на открытой местности

Литература

1. Архангельская, Г.В. Информационная помощь населению по предупреждению и смягчению социально-психологических последствий воздействия на население неблагоприятных факторов радиационной природы : пособие для врачей / Г.В. Архангельская, И.А. Зыкова. – Утв. Минздрав РФ октябрь 2000 г. – СПб.: НИИРГ, 2003. – 19 с.
2. Данные по радиоактивному загрязнению территории населенных пунктов России цезием-137, стронцием-90 и плутонием-239+240 по состоянию на 01 января 2012 года. – Росгидромет-НПО «Тайфун», 2012.
3. Зыкова, И.А. Социально-психологические последствия радиационных аварий / И.А. Зыкова, Г.В. Архангельская, Храмцов Е.В. – СПб.: НИИРГ, 2006. – 53 с.
4. Зыкова, И.А. Информационная защита населения на основе представлений о социальной приемлемости радиационного риска. Материалы для информационной работы с населением / И.А. Зыкова, Г.В. Архангельская, С.А. Зеленцова. – СПб.: НИИРГ, 2010. – 18 с.
5. Ильин, Л.А. Радиационная гигиена : учеб. лит. для студ. мед. вузов / Л.А. Ильин, В.Ф. Кириллов, И.П. Коренков. – М.: Медицина, 1999. – 384 с.
6. Методические рекомендации МР 2.6.1.0006-10 «Проведение комплексного экспедиционного радиационно-гигиенического обследования населенного пункта для оценки доз облучения населения». 2.6.1. Ионизирующее излучение. радиационная безопасность. Утв. рук. Федеральной службы Роспотребнадзора Г.Г. Онищенко 9 августа 2010. – Введ. 2010-01-09.
7. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009): Санитарные правила и нормы (СанПиН 2.6.1.2523-09): утв. и введены в действие от 07.07.09 г. – М: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 100 с.
8. Российский национальный доклад 25 лет чернобыльской аварии. Итоги и перспективы преодоления ее последствий в России 1986-2011. Москва, 2011. – 160 с.
9. Сведения Центрального банка обобщенных данных по проблемам преодоления последствий радиационных аварий и катастроф (госрегистрация Роспатента № 2010620471) о средних годовых эффективных дозах облучения жителей населенных пунктов Российской Федерации, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения (по данным Роспотребнадзора за 2011 год).

**M.V. Kislov¹, S.N. Starodubets¹, N.N. Belous¹, O.N. Apanasyk², T.E. Morozova²,
A.V. Simonov², A.M. Skorobogatov²**

Experience of the methodical support for distribution of knowledge about the levels of radiation background among students of educational institutions in the zones of radioactive contamination

¹ Bryansk State University after academician I.G. Petrovskiy (Novozybkov branch), Novozybkov

² Nuclear Safety Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow

Abstract. The article examines the experience of delivering a practical course for senior classes schoolchildren and students on the methods of radiation background assessment in the places of their living in the radioactive contamination zones of the Bryansk region. The analysis of the results of radiation background measurements, performed by them, has been carried out, the efficiency of educational process has been investigated.

Key words: radiation protection, radiation background, education of students and schoolchildren, population informing.

М.В. Кислов
Тел.: (48343)34485
E-mail: kislov.misha@yandex.ru

Поступила: 17.04.2013 г.