

Утверждаю:
Руководитель Комитета охраны
природы и управления
природопользованием Нижегородской
области

_____ Н. Г. Соколов

« ____ » _____ 2005 г.

Утверждаю:
Генеральный директор ЗАО "Зиверт"

_____ Э. Ю. Новожилов

« ____ » _____ 2005 г.

ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ

О РАДИАЦИОННОМ ОБСЛЕДОВАНИИ
ЗДАНИЙ ДЕТСКИХ ШКОЛЬНЫХ И ДОШКОЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ
**г. Арзамаса, Выксунского, Арзамасского, Шатковского,
Кулебакского, Дивеевского районов Нижегородской области.**

Нижний Новгород 2005 год

ЗАКАЗЧИК: 1. Комитет охраны природы и управления природопользованием
Нижегородской области (Н. Г. Соколов)
г. Н. Новгород, пл. Свободы, 1

ИСПОЛНИТЕЛЬ: ЗАО "Зиверт", лаборатория радиационного контроля (ЛРК)
"Центр радиационной экологии", аттестат аккредитации лаборатории
радиационного контроля № 41181-03(42) от 03.03.2003г.
г. Н. Новгород, ул. Костина, 4, офис 301, тел. (831) 430-18-43, 278-69-
10

I. Введение. Краткие сведения о природной радиоактивности.

По данным радиационно-гигиенической паспортизации территории Российской Федерации, наибольший вклад в годовую дозу облучения населения России вносят природные источники (от 67,8 до 69,5%) и медицинское облучение (от 29,5 до 34,1%). На долю всех остальных источников приходится менее 1% дозы. Дозы облучения от природных источников в основном обусловлены за счет воздействия на человека газа радона, во время пребывания в помещениях зданий.

Радон-222 (Rn^{222}) - инертный радиоактивный газ, без вкуса, цвета и запаха, является одним из продуктов радиоактивного превращения урана-238, который присутствует в грунтах **повсеместно**. В слое грунта глубиной 1 метр, площадью 6 соток содержится около 2 кг урана-238 (среднемировые фоновые значения). Выделяясь из земли радон, смешивается с атмосферой и его концентрация в приземном слое воздуха становится значительно меньше, чем в почвенном воздухе. При возведении здания, радоновыделяющий участок изолируется от внешнего пространства, и радон начинает накапливаться в помещениях и может достигать больших величин.

Вдыхание радона и его продуктов распада приводит к внутреннему облучению тканей дыхательного тракта, что повышает риск возникновения рака легкого и других неблагоприятных эффектов, причем дозы облучения организма на 90-95% обусловлены вдыханием не самого радона, а короткоживущих дочерних продуктов его распада - изотопов полония-218, висмута-214, свинца-214.

Интерес к радоновой проблеме обусловлен в значительной степени тем, что он является единственным природным радиоактивным элементом, воздействие которого на человека, возможно, регулировать с приемлемыми затратами.

Современная беспороговая концепция обеспечения радиационной безопасности населения такова - вредны сколь угодно малые дозы облучения, которые вызывают у человека вероятностные (стохастические) вредные эффекты.

В развитии этой концепции в 1996 г. принят Федеральный закон "О радиационной безопасности населения" и в последующие годы разработан и утвержден ряд нормативных и методологических документов, а также начаты работы по радоновым исследованиям населенных территорий.

Результаты исследований показывают, что в ряде регионов России уровни облучения населения за счет радона столь велики, что их в пору отнести к зонам радиационных катастроф. Из их числа наиболее хорошо изучены в настоящее время отдельные районы Алтайского и Ставропольского краев, Томской и Читинской областей. Обусловленные радоном уровни облучения больших групп населения в этих районах существенно превосходят как дозовые пределы для профессионалов, непосредственно работающих в промышленности с техногенными ИИИ (источники ионизирующего излучения), так и допустимые уровни облучения населения, проживающего в зонах радиационных аварий. Таким образом, указанные районы следует рассматривать как районы с чрезвычайной радиационной обстановкой.

В следующей за текстом таблице приведены термины и определения, которые далее используются в отчете.

Термины и определения

Величина	Определение	Обозначение	Единица измерения
Активность радионуклида	Мера радиоактивности. Число спонтанных превращении ядер вещества в единицу времени	А	Бк (Беккерель) 1Бк=1превращ/с
Объемная активность радона	Отношение активности радона, находящегося в данном объеме, к объему	ОА радона	Бк/м ³
Эквивалентная равновесная объемная активность радона	Эквивалентной равновесной объемной активностью радона для неравновесной смеси короткоживущих дочерних продуктов распада в воздухе называется такая объемная активность радона в полном равновесии с дочерними продуктами распада, которая имеет такую же величину скрытой энергии, как и данная неравновесная смесь	ЭРОА радона	Бк/м ³
Доза облучения эффективная	Величина, используемая как мера риска возникновения отдаленных последствий облучения всего тела человека и отдельных его органов и тканей с учетом их различувствительности	Е	Зв (Зиверт)

По данным радиационно-гигиенической паспортизации Нижегородская область относится к умеренно радоноопасной территории, со среднегодовой средней величиной ЭРОА изотопов радона в зданиях 28 Бк/м³. В силу геологических особенностей региона, более высокой радоноопасностью характеризуется территория правобережья рек Оки, Волги, в т.ч. достаточно полно исследованная нагорная часть г. Н.Новгорода (Советский, Нижегородский, Приокский районы), где и фиксируются наибольшие значения потока радона из грунта и концентрация радона в воздухе помещений.

Радоновые исследования населенных территорий, на первых шагах целесообразно начинать с анализа фондовых геологических и геофизических материалов, что позволит идентифицировать вероятные радоноопасные зоны, на которые и следует обращать особое внимание.

В частности, зарегистрированные высокие гамма-активности пород в скважинах близко расположенных к

1. с. Большое Туманово, с. Новый Усад, с. Ездаково, Слизневскому водозабору, с. Водоватово в Арзамасском районе,
2. г. Выкса, п. Шиморское, д. Семилово, д. Дальнепесочное, д. Тамболес в Выксунском районе,
3. п. Хвощево, д. Б. Лихачи в Дивеевском районе,
4. г. Кулебаки, с. Саваслейка, д. Ломовка, с. Велетьма, в Кулебакском районе,
5. д. Березовка, с. Спасское, с. Пасьяново, с. Калапино, д. Красные Выселки в Шатковском районе

относят данные районы к потенциально - радоноопасным зонам.

Статистический анализ результатов измерений содержания радона в помещениях зданий (см. статьи в "Экологическом ежемесячнике по Нижегородской области" № 1 (100) за 2003 г., № 4 (115) за 2004 г.) определил критическую группу зданий, в которых ожидается повышенная концентрация радона - это малоэтажные здания без подвальных помещений. Поэтому при планировании радоновых обследований населенных территорий, в первую очередь необходимо проводить измерения в этой группе зданий.

II. Современное состояние нормативно-законодательной базы в части ограничения облучения населения от природных радионуклидов.

2.1. Перечень документов.

- Федеральный Закон “О радиационной безопасности населения” № 3-ФЗ от 09.01.96г.,
- Федеральный Закон “О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения” № 52-ФЗ от 30.03.99г.,
- “Нормы радиационной безопасности НРБ-99” СП 2.6.1.758-99,
- «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности» (ОСПОРБ-99) СП 2.6.1.799-99,
- СанПиН 2.1.2.1002 – 00 «Санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям»
- Санитарные правила СП 2.6.1.1292-2003 «Гигиенические требования по ограничению облучения населения за счет природных источников ионизирующего излучения»
- СНиП 11-02-96 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения»
- Свод правил “Инженерно-экологические изыскания для строительства” СП 11-102-97,
- Методические указания “Проведение радиационно-гигиенического обследования жилых и общественных зданий” МУ 2.6.1.715-98,
- Постановление Администрации Нижегородской области от 03.06.97г. №134 “О радиационном контроле строительных материалов, вводимых в эксплуатацию и эксплуатируемых зданий”,
- Территориальные строительные нормы Нижегородской области “Радиационно-экологические изыскания для проектирования и строительства жилых и общественных зданий” ТСН 31-305-97 НН

В комплексе, действующие документы составляют достаточно полную группу, и предусматривают, в частности минимизацию содержания радона в строящихся зданиях путем обязательного проведения следующих работ:

■ Радиационно-экологические изыскания на строительных площадках.

Содержание работ: Измерение плотности потока радона из грунта.

Цель работ: В случае превышения значением потока радона из грунта уровня реагирования, в проекте здания предусматриваются превентивные радонозащитные мероприятия

■ Радиационное обследование вводимых в эксплуатацию зданий.

Содержание работ: Измерение содержания радона в воздухе помещений здания.

Цель работ: Гарантировать непревышение значением содержания радона в помещениях, нормируемой величины.

2.2. Комментарии к «Нормам радиационной безопасности НРБ-99», СП 2.6.1.758-99 в части нормативных значений содержания радона в воздухе помещений зданий.

- a) В производственных условиях нормируемой величиной является годовая доза работника от природных радиоактивных источников, которая не должна превышать 5 мЗв/год. При монофакторном воздействии (отсутствие облучения от других природных источников), среднегодовая ЭРОА радона 310 Бк/м^3 обуславливает годовую дозу 5 мЗв в производственных условиях
- b) Для группы жилых, общественных зданий, доза получаемая за счет радона во время пребывания в этих зданиях не нормируется. Нормируется среднегодовая ЭРОА изотопов радона-222 (радон) и радона-220 (торон) в воздухе помещений:
 - ✦ Для вводимых в эксплуатацию зданий среднегодовая ЭРОА радона не должна превышать - 100 Бк/м^3
 - ✦ Для эксплуатируемых зданий - 200 Бк/м^3

III. О результатах проведенного радиационного обследования зданий детских школьных и дошкольных учреждений

3.1. Вводная часть.

В соответствии со **СНиП 2.08.02-89** детские школьные и дошкольные учреждения относятся к группе общественных зданий и сооружений. Для этой группы зданий в соответствии с п.5.3.3. НРБ-99 установлены следующие допустимые значения среднегодовой эквивалентной равновесной объемной активности радона (ЭРОА) в воздухе помещений – 200 Бк/м³ для эксплуатируемых зданий и 100 Бк/м³ для вводимых в эксплуатацию зданий. При более высоких значениях объемной активности должны проводиться защитные мероприятия, направленные на снижение поступления радона в воздух помещений и улучшение вентиляции помещений.

При проведении обследования использованы следующие нормативные и методические документы:

- Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99) СП2.6.1.799-99. Утверждены Главным государственным санитарным врачом РФ и введены в действие с 01.09.2000
- “Нормы радиационной безопасности НРБ-99” СП 2.6.1.758-99
- Методика измерений средней за время экспозиции объемной активности радона в воздухе жилых и служебных помещений. Утверждена ген. директором НТЦ "Нитон" 26.02.1993.
- Методические указания "Проведение радиационно-гигиенического обследования жилых и общественных зданий". МУ 2.6.1.715-98. Утверждены и введены в действие Главным Государственным санитарным врачом РФ 24 августа 1998г.

При проведении измерений использованы приборы:

Тип	Назначение	Зав.№	№ Свид-ва о госповерке	Дата выдачи свид-ва	Кем выдано свид-во
Многофункциональный измерительный комплекс для мониторинга радона КАМЕРА	Измерение объемной активности Rn ²²² в воздухе помещений	МК-4 №045-03	45540.5Д190	21.04.2005	ФГУП ВНИИФТРИ

Основными задачами радиационного обследования являлись:

Оценка радиационной обстановки в помещениях зданий с целью принятия решения о необходимости (или об отсутствии необходимости) проведения мероприятий по нормализации содержания радона в помещениях.

3.2. Содержание работ.

Выездные работы по измерению объемной активности (далее ОА) радона проводились в период с 20 апреля 2005 по 31 мая 2005 согласно техническому заданию «Радиационное обследование I очереди зданий детских школьных и дошкольных учреждений г. Арзамаса, Выксунского, Арзамасского, Шатковского, Кулебакского, Дивеевского районов Нижегородской области. Анализ результатов измерений» и в соответствии с МУ2.6.1.715-98 «Проведение радиационно-гигиенического обследования жилых и общественных зданий» в части касающейся измерения содержания изотопа радона-222. Измерения содержания изотопа радона-220 (торон) не предусмотрены техническим заданием по причине значительного увеличения времени аппаратурных измерений, и как следствие стоимости работ, а также ввиду того факта, что дозовая нагрузка обусловленная воздействием радона-220, как правило, гораздо меньше нагрузки от воздействия радона-222 и не превышает 10%.

Сорбционные колонки (СК-13) - адсорберы радона, размещались в помещениях зданий на срок от 3 до 5 суток. Для получения представительных результатов и снижения погрешности

измерений в каждом помещении более 15-20 м² размещалось не менее 2 шт. СК-13, а в помещениях площадью более 40-50 м² размещалось от 3 до 5 шт. СК-13. Всего в 30 зданиях проведено 1752 измерения объемной активности радона. При оформлении протокола измерения данные по двум и более СК-13 в помещении усреднялись. Для оценки максимальной среднегодовой ЭРОА радона в г. Арзамасе, Выксунском, Дивеевском, Арзамасском районах применялся усредненный по теплому и холодному сезону коэффициент вариации $V_{Rn}(t)=1,4$ из МУ 2.6.1.715-98 при продолжительности экспонирования 1-2 недели, т.к. при проведении измерений здания эксплуатировались в переходный период зима-лето, в Шатковском и Кулебакском районах использовался $V_{Rn}(t)=1,8$ для теплого сезона, при продолжительности измерения 1-2 недели.

3. 3. Результаты выполненных работ.

К данному отчету прилагаются протоколы измерения содержания радона в помещениях зданий. Всего 30 протоколов. Перечень протоколов измерений приведен в таблице №1

В итоговой таблице протоколов использованы следующие обозначения:

ОА - непосредственно измеренная объемная активность радона в помещении

ЭРОА ± D_{Rn} - рассчитанная по формуле $ЭРОА = ОА \times K_p$, ЭРОА радона плюс-минус погрешность измерения, где K_p - коэффициент равновесия равный 0,5 в соответствии с МУ 2.6.1.715-98

C_{max} - оценка максимальной среднегодовой ЭРОА радона в помещении, рассчитанная по формуле $C_{max}=(ЭРОА_{Rn}+D_{Rn}) \times V_{Rn}(t)$, в соответствии с МУ 2.6.1.715-98, где $V_{Rn}(t)$ – коэффициент вариации.

Таблица 1.

г. Арзамас		
1.	Протокол №753	Арзамасский детский дом-интернат для умственно-отсталых детей, г. Арзамас, ул. Молокозаводская, 76
2.	Протокол №755	Центр социальной помощи детям, г. Арзамас, ул. Кирова, 32
3.	Протокол №756	МДОУ Детский сад комбинированного вида №39, г. Арзамас, пр. Ленина, 131А
4.	Протокол №757	МОУ Специальная (коррекционная) общеобразовательная школа 8 вида, Арзамас-2, пл. Новоквартальная, 8
5.	Протокол №759	МОУ СОШ №1 им. М.Горького, г. Арзамас, ул. К.Маркса, 16
6.	Протокол №760	МОУ Детский дом, г. Арзамас, ул. 50 лет ВЛКСМ, 1А
г. Кулебаки и Кулебакский район		
7.	Протокол №761	МОУ Детский дом, г. Кулебаки, ул. Урицкого, 22
8.	Протокол №762	МОУС Школа-интернат, г. Кулебаки, ул. Мира
9.	Протокол №763	МОУ Гремячевская средняя общеобразовательная школа, Кулебакский р-н, р.п. Гремячево
10.	Протокол №764	МОУ Саваслейская средняя общеобразовательная школа, Кулебакский р-н, с. Саваслейка, ул. Солнечная, 1А
11.	Протокол №765	МУ Центр социальной реабилитации подростков, г. Кулебаки, ул. Бутова, 124, (1-е здание) МУ Центр социальной реабилитации подростков, г. Кулебаки, ул. Л. Толстого (2-е здание)
12.	Протокол №766	Детская больница, г. Кулебаки, ул. Ульянова, 21
Выксунский район		
13.	Протокол №750	МДОУ Детский сад №11, р.п. Шиморское, ул. Нины Андреевой, 24
14.	Протокол №751	МОУ Шиморская средняя школа, р.п. Шиморское, ул. Спортивная, 15А
15.	Протокол №752	МОУ Тамболесская начальная школа, д. Тамболес, ул. Калинина, 13
Шатковский район		
16.	Протокол №744	МОУ Спасская основная школа, с. Спасское, ул. 60 лет Октября
17.	Протокол №745	МОУ Вечкусовская основная школа, с. Вечкусово, ул. Морозенко, 22
18.	Протокол №746	МОУ Пасьяновская начальная школа, с. Пасьяново, ул. Молодежная, 54
19.	Протокол №747	МДОУ Пасьяновский детский сад, с. Пасьяново, ул. Молодежная, 44
20.	Протокол №748	МОУ Калапинская основная школа, с. Калапино, ул. Молодежная, 29

Арзамасский район		
21.	Протокол №734	МОУ Большетумановская средняя общеобразовательная школа, с. Большое Туманово
22.	Протокол №736	Пошатовский детский дом, с. Пошатово
23.	Протокол №737	МОУ Слизневская средняя общеобразовательная школа, с. Слизнево
24.	Протокол №738	МОУ Водоватовская средняя общеобразовательная школа, с. Водоватово
25.	Протокол №739	МОУ Н.Усадская средняя общеобразовательная школа, с. Новый Усад
с. Дивеево и Дивеевский район		
26.	Протокол №731	МОУ Кременковская осн. общеобразовательная средняя школа, с. Кременки, ул. Новостройка
27.	Протокол №732	МДОУ Д/с №1 "Светлячок", с. Дивеево, ул. Южная
28.	Протокол №733	МДОУ Д/с №27 "Колосок", п. Сатисс, ул. Ленина, 7б
29.	Протокол №735	МОУ Сатисская средняя общеобразовательная школа, п. Сатисс, ул. Советская, 22
30.	Протокол №740	МОУ Суворовская средняя общеобразовательная школа, с. Суворово, ул. Парковая

Также, для оценки радиационной обстановки в целом, было проведено усреднение результатов измерения по 1-му и 2-му этажу зданий. Значения приведены в сводной Таблице 2 и на диаграммах (Рис. 1.). В большинстве зданий, где проводились замеры, среднее значение ЭРОА радона по 1-му этажу больше чем по 2-му этажу. Что дает основание сделать предположение - основным источником поступления радона в помещения является грунт под основанием здания.

Таблица 2.

№ п/п	Название, адрес здания	Среднее значение ЭРОА _{Rn} в подвале (цоколе), Бк/м ³	Среднее значение ЭРОА _{Rn} по помещениям 1-го этажа, Бк/м ³	Среднее значение ЭРОА _{Rn} по помещениям 2-го этажа, Бк/м ³	Количество помещений с ЭРОА _{Rn} от 100 до 200 Бк/м ³	Максимальные значения ЭРОА _{Rn} в помещениях, превышающие 200 Бк/м ³
г. Арзамас						
1	Арзамасский детский дом-интернат для умственно-отсталых детей	49	43	10	нет	253 (Бухгалтерия) 276 (Кабинет инженера)
2	Центр социальной помощи детям	95	27	-	нет	нет
3	МДОУ Детский сад комбинированного вида №39	138	44	33	1	нет
4	МОУ Специальная (коррекционная) общеобразовательная школа 8 вида	18	21	15	нет	нет
5	МОУ СОШ №1 им. М.Горького	42	32	15	1	нет
6	МОУ Детский дом, г. Арзамас	163	23	34	1	нет
г. Кулебаки и Кулебакский район						
7	МОУ Детский дом	нет подвала	69	62	5	нет
8	МОУС Школа-интернат	нет подвала	48	21	нет	нет
9	МОУ Гремячевская средняя общеобразовательная школа	нет подвала	29	20	нет	нет
10	МОУ Саваслейская средняя общеобразовательная школа	76	44	39	нет	нет
11	МУ Центр социальной реабилитации подростков, 1-е здание по ул. Бутова, 124	нет измерений	134	-	11	267 (Комната труда №5)
	МУ Центр социальной реабилитации подростков, 2-е здание по ул. Л. Толстого	нет подвала	55	-	1	нет
12	Детская больница	64	57	36	нет	нет

Выксунский район						
13	МДОУ Детский сад №11, р.п. Шиморское	62	24	17	нет	нет
14	МОУ Шиморская средняя школа	20	33	17	нет	нет
15	МОУ Тамболеская начальная школа	нет подвала	30	-	нет	нет
Шатковский район						
16	МОУ Спасская основная школа	нет измерений	34	39	нет	нет
17	МОУ Вечкусовская основная школа	110	80	41	2	253 (Снарядная комната)
18	МОУ Пасьяновская начальная школа	нет подвала	103	-	2	нет
19	МДОУ Пасьяновский детский сад	нет подвала	73	-	1	нет
20	МОУ Калапинская основная школа	42	31	29	нет	нет
Арзамасский район						
21	МОУ Большетумановская средняя общеобразовательная школа	нет подвала	233	127	18	253 (кабинет директора) 368 (пионерская) 250 (каб. русского языка) 287 (каб. 4-класса) 223 (каб. 2-класса) 268 (интернат, спальня) 330 (интернат, игровая) 376 (интернат, ком. плетения)
22	Пошатовский детский дом	35	20	22	Нет	нет
23	МОУ Слизнаевская средняя общеобразовательная школа	нет подвала	79	68	4	нет
24	МОУ Водоватовская средняя общеобразовательная школа	нет измерений	87	61	5	нет
25	МОУ Н.Усадская средняя общеобразовательная школа	104	109	73	11	нет
с. Дивеево Дивеевский район						
26	МОУ Кременковская осн. общеобразовательная средняя школа		149	35	6	424 (Каб. директора) 318 (Кабинет ОБЖ) 207 (Рекреация)
27	МДОУ Д/с №1 "Светлячок"	46	59	34	2	Нет
28	МДОУ Д/с №27 "Колосок"	100	24	17	нет	Нет
29	МОУ Сатисская средняя общеобразовательная школа	104	27	22	нет	Нет
30	МОУ Суворовская средняя общеобразовательная школа	70	92	56	2	274 (Кукольная) 236 (Каб. директора)

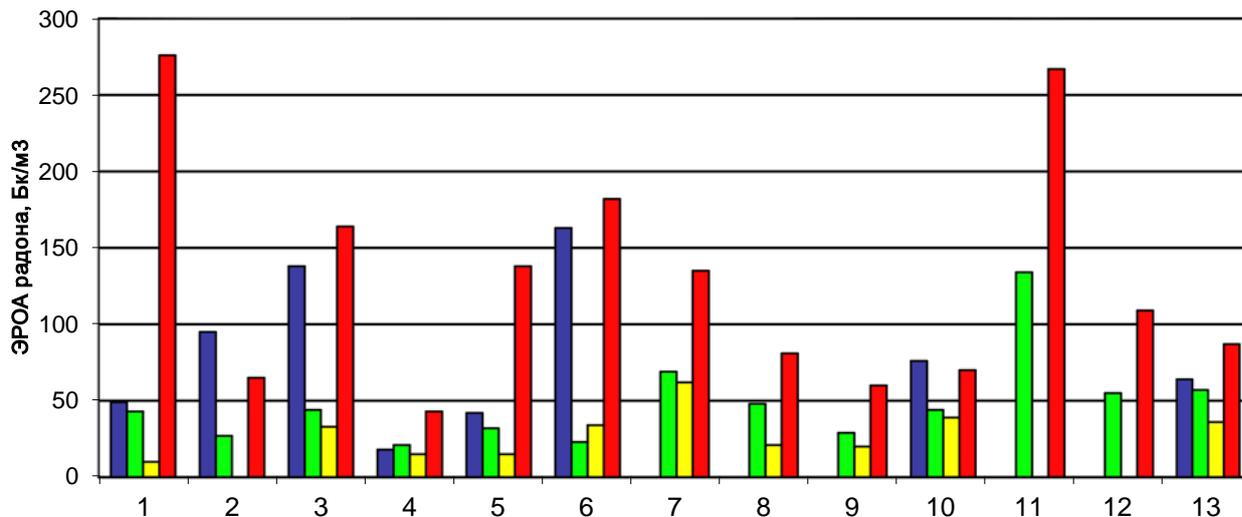
Резюме результатов измерений:

- ♦ г. Арзамас: В 2-х помещениях детского дома-интерната для умственно отсталых детей значение ЭРОА радона превышает нормативное значение содержания радона для эксплуатируемых помещений (200 Бк/м³).
- ♦ Кулебакский район: В помещениях 1-го здания Центра социальной реабилитации подростков по ул. Бутова, 124, среднее значение ЭРОА радона по 1-му этажу значительно

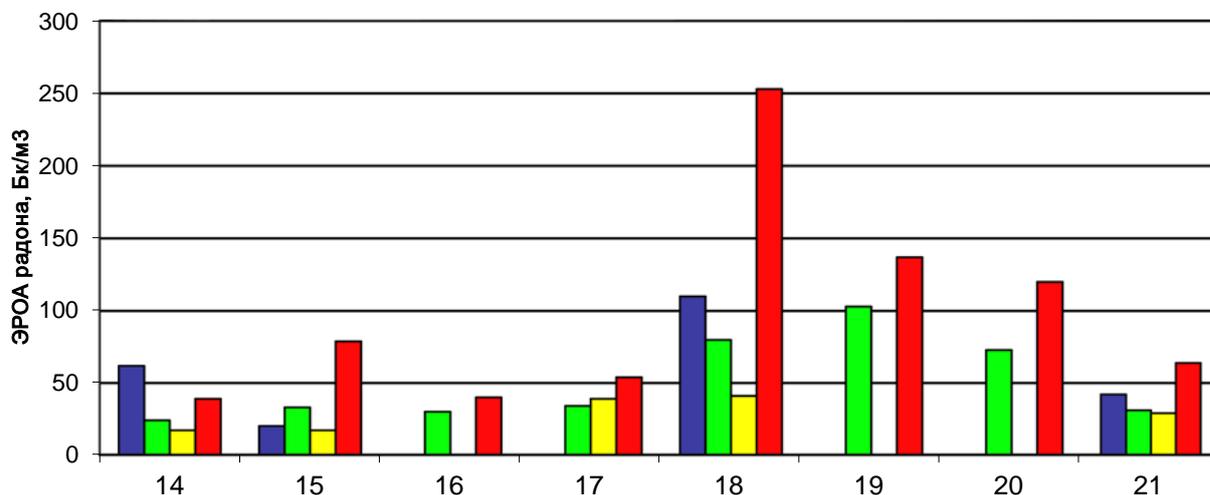
превышает средние показатели других зданий обследованных детских учреждений, а в одном помещении превышено нормативное значение содержания радона для эксплуатируемых помещений.

- ♦ Выксунский район: Ни в одном обследованном здании не обнаружено помещений с ЭРОА радона более 100 Бк/м³.
- ♦ Шатковский район: В Пасьяновской начальной школе среднее значение ЭРОА радона по 1-му этажу превышает средние показатели других зданий обследованных детских учреждений. Это отчасти объясняется отсутствием под этим зданием подвала, который выполняет роль буфера и препятствует поступлению радона из грунта на 1-й этаж и выше. В одном помещении Вечкусовской начальной школы превышено нормативное значение содержания радона для эксплуатируемых помещений. На стадии сдачи в эксплуатацию в данной школе силами ЗАО «Зиверт» и отдела радиационной гигиены ОблЦГСЭН проводилось комплексное радиационное обследование (в августе – октябре 1999г.). Тогда в большинстве помещений 1-го этажа было выявлено превышение нормативов по содержанию радона для новых зданий (100 Бк/м³). После проведенных радонозащитных мероприятий (организации естественного сквозного проветривания подвальных помещений наружным воздухом) удалось снизить концентрацию радона в помещениях 1-го этажа до значений менее 100 Бк/м³, что показали неоднократные повторные замеры. Однако, видимо осадка и растрескивание материалов герметизирующих швы и стыки между элементами несущих конструкций привели к увеличению поступления радона из подвала и подпольного пространства на 1-й этаж здания, в результате чего в 2-х учебных помещениях 1-го этажа значение ЭРОА радона вновь превысило 100 Бк/м³, и в одном помещении нормативное значение - 200 Бк/м³.
- ♦ Арзамасский район: В Большетумановской средней школе среднее значение ЭРОА радона по 1-му этажу значительно превышает средние показатели других зданий обследованных детских учреждений. В этом здании отсутствует подвальное помещение. В 8-ми помещениях Большетумановской школы превышены нормативные значения содержания радона для эксплуатируемых помещений.
- ♦ Дивеевский район: В Кременковской средней школе и Суворовской средней школе среднее значение ЭРОА радона по 1-му этажу значительно превышает средние показатели других зданий обследованных детских учреждений. В этих зданиях отсутствует подвальное помещение. В 3-х помещениях Кременковской школы и в 2-х помещениях Суворовской школы превышены нормативные значения содержания радона для эксплуатируемых помещений.

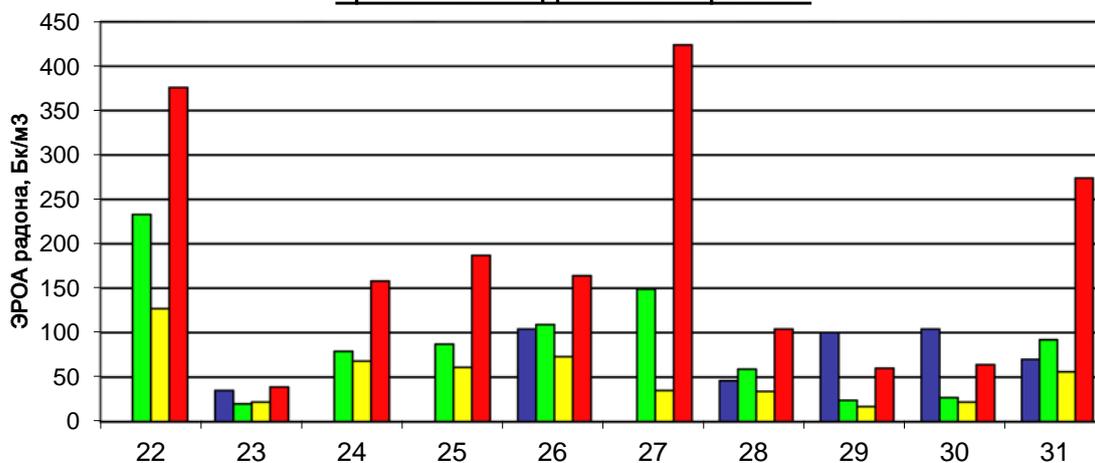
Рис. 1.
Диаграммы средних среднегодовых значений ЭРОА радона в подвалах, помещениях 1-го и 2-го этажей зданий и максимальной среднегодовой ЭРОА радона в здании.
г. Арзамас и Кулебакский район



Выксунский и Шатковский районы



Арзамасский и Дивеевский районы



Порядковый номер ДУ определен согласно Таблице 1.



3.4. Выводы по результатам исследований.

По результатам выполненных работ можно заключить, что радиационная обстановка в 24-х из 30-и обследованных зданий детских учреждениях удовлетворительная и концентрация радона в помещениях менее допустимых уровней установленных НРБ-99.

В помещениях 6-ти зданий выявлена сверхнормативная концентрация радона - более 200 Бк/м³.

- Арзамасский детский дом-интернат для умственно-отсталых детей по ул. Молокозаводская, 76 (г. Арзамас)
- Центра социальной реабилитации подростков по ул. Бутова, 124, (г. Кулебаки)
- МОУ Вечкусовская основная школа (Шатковский район)
- МОУ Большетумановская средняя общеобразовательная школа (Арзамасский район)
- МОУ Кременковская осн. общеобразовательная средняя школа (Дивеевский район)
- МОУ Суворовская средняя общеобразовательная школа (Дивеевский район)

Учитывая, что вышеперечисленные здания являются детскими учреждениями, **рекомендуется провести в указанных зданиях (помещениях) радонозащитные мероприятия для снижения содержания радона** в соответствии с ПОСОБИЕМ к МГСН 2.02-97 "ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОТИВОРАДОНОВОЙ ЗАЩИТЫ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ" (прилагается к отчету), а также после реализации мероприятий, **проведение повторных измерений содержания радона в помещениях.**

Для Выксунского района, по результатам выполненных работ можно заключить, что радиационная обстановка во всех 3-х обследованных детских учреждениях удовлетворительная и концентрация радона в помещениях менее допустимых уровней установленных НРБ-99. Однако, принимая во внимание факт наличия в районе зон с высокой гамма-активностью пород залегающих на небольшой глубине, а также то, что обследовано всего 3 здания и полученного по результатам работ массива данных явно недостаточно для проведения статистического анализа, нельзя сделать заключение о том, что во всех детских учреждениях Выксунского района радиационная обстановка также удовлетворительная.

Поэтому рекомендуется продолжить проведение исследования радиационной обстановки в других зданиях детских учреждений района.

Также следует обратить внимание, что в соответствии с СП 11-102-97 наличие данных о зарегистрированных значениях ЭРОА радона более 100 Бк/м³ в эксплуатируемых зданиях, классифицирует прилегающую к зданию территорию как потенциально радоноопасную, т.е. **существует высокая вероятность наличия рядом других зданий со сверхнормативными величинами содержания радона в помещениях.** В нашем случае, это территории прилегающие к зданиям:

❖ г. Арзамас:

1. – Арзамасский детский дом-интернат для умственно-отсталых детей, г. Арзамас, ул. Молокозаводская, 76
2. – Детский сад комбинированного вида №39, г. Арзамас, пр. Ленина, 131А
3. – СОШ №1 им. М.Горького
4. – Детский дом, г. Арзамас, ул. 50 лет ВЛКСМ, 1А

❖ Кулебакский район:

1. - МОУ Детский дом, г. Кулебаки, ул. Урицкого, 22
2. - МУ Центр социальной реабилитации подростков, ул. Бутова, 124
3. - МУ Центр социальной реабилитации подростков, (2-е здание по ул. Л. Толстого)

❖ Шатковский район:

1. - МОУ Вечкусовская основная школа, с. Вечкусово, ул. Морозенко, 22
2. - МОУ Пасьяновская начальная школа, с. Пасьяново, ул. Молодежная, 54
3. - МДОУ Пасьяновский детский сад, с. Пасьяново, ул. Молодежная, 44

❖ Дивеевский район:

1. - МОУ Суворовская средняя общеобразовательная школа, с. Суворово, ул. Парковая.
2. - МДОУ Д/с №1 "Светлячок", с. Дивеево, ул. Южная.
3. - МОУ Кременковская осн. общеобразовательная средняя школа, с. Кременки, ул. Новостройка

IV. Статистический анализ результатов измерений. Выводы.

4.1. Содержание работ.

Результаты измерений содержания радона в обследованных зданиях проанализированы с применением методов математической статистики.

Основная цель анализа – описание полученных на практике результатов измерений концентрации радона в помещениях аппроксимирующей функцией, для сглаживания статистической погрешности оценок ЭРОА радона полученных на ограниченной выборке, для выдачи прогнозных оценок по другим зданиям подобного типа и назначения.

Из полученного по результатам измерений массива данных сформированы выборки из 3-х генеральных совокупностей объектов и их количественных характеристик, а именно:

- помещения 1-го и 2-го этажей зданий, количественной характеристикой которых является среднегодовая ЭРОА радона в воздухе, при этом полученное распределение будет характеризовать радиационную обстановку в некотором «обобщенном» здании, расположенном на правом берегу р. Ока и Волга в Нижегородской области на территории с относительно высокой гамма-активностью пород, залегающих на небольшой глубине.
- все здания расположенные на вышеуказанной территории, характеристикой которых является максимальное значение среднегодовой ЭРОА радона в помещениях здания.

Статистическое частотное распределение помещений и зданий по среднегодовой ЭРОА радона аппроксимируется логнормальным распределением, параметрами которого являются среднее геометрическое C_{ln} значений ЭРОА и дисперсия σ_{ln}^2 логарифмов ЭРОА.

$$P(x) = \frac{1}{x\sigma_{ln}\sqrt{2\pi}} e^{-\left(\frac{\ln x - \ln C_{ln}}{2\sigma_{ln}^2}\right)^2}, \text{ где } x - \text{текущее значение среднегодовой ЭРОА радона.}$$

$$F(z) = \int_0^z P(x) dx,$$

где $P(x)$ – плотность вероятности логнормального распределения,

а $F(z)$ - логнормальное распределение. Численно $F(z)$ равно доле помещений или зданий от их общего количества в генеральной совокупности объектов, в которых среднегодовые значения ЭРОА радона не превысят Z .

C_{ln} и σ_{ln} оценивались по результатам проведенных измерений.

Для оценки достоверности выдвинутой гипотезы о том, что полученное опытным путем статистическое распределение описывается некоторой аналитической функцией $F(x)$, применялся критерий согласия Пирсона. Все выборки характеризуются удовлетворительным значением вероятности по критерию Пирсона ($>0,1$).

Статистические параметры и характеристики радиационной обстановки в помещениях и зданиях приведены в Таблице 3. Диаграммы, полученных на опыте и аналитических частотных распределений для 3-х совокупностей объектов, приведены на Рис. 2, 3, 4.

Таблица 3.

Характеристика, параметр	помещения 1-го этажа зданий		помещения 2-го этажа зданий		все здания	
	Опытное	Аналитическое	Опытное	Аналитическое	Опытное	Аналитическое
Математическое ожидание ЭРОА, Бк/м ³	65	67	39	40	135	134
Дисперсия σ^2_{ln}	0,97		0,55		0,49	
Медиана, Бк/м ³	41		30		105	
Объем выборки	358		269		31	
Вероятность для критерия согласия χ^2	0,89		0,80		0,80	
доля помещений (зданий) в которых ЭРОА > 100 Бк/м ³	19,7%	18,3%	4,8%	5,2%	46,7%	52,7%
доля помещений (зданий) в которых ЭРОА > 200 Бк/м ³	4,9%	5,4%	0,0%	0,4%	20,0%	17,9%

Рис. 2.
Распределение ЭРОА radона в помещениях 1-го этажа и аналитическая плотность вероятности распределенной по логнормальному закону

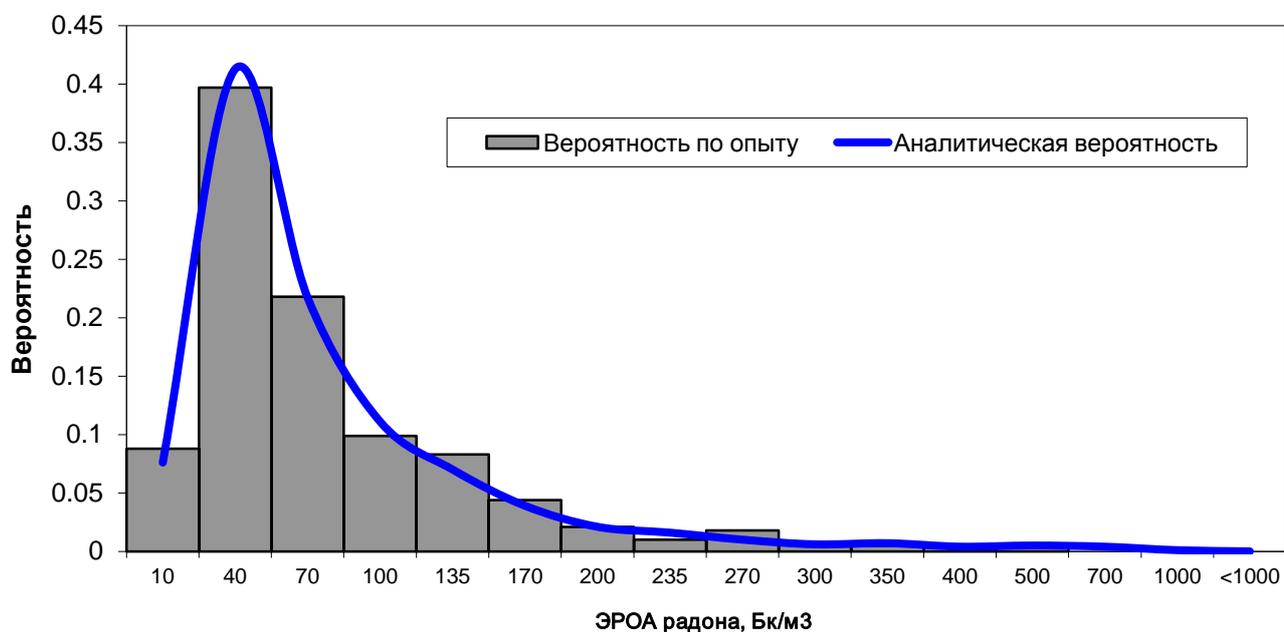


Рис. 3.
Распределение ЭРОА радона в помещениях 2-го этажа и аналитическая плотность вероятности распределенной по логнормальному закону

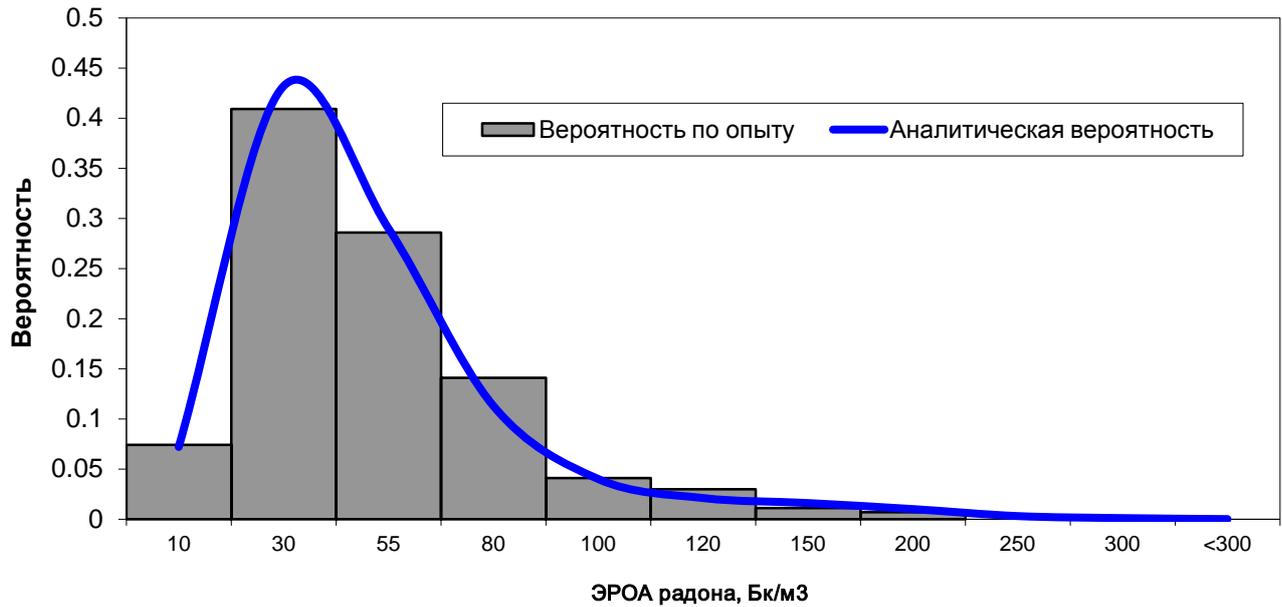
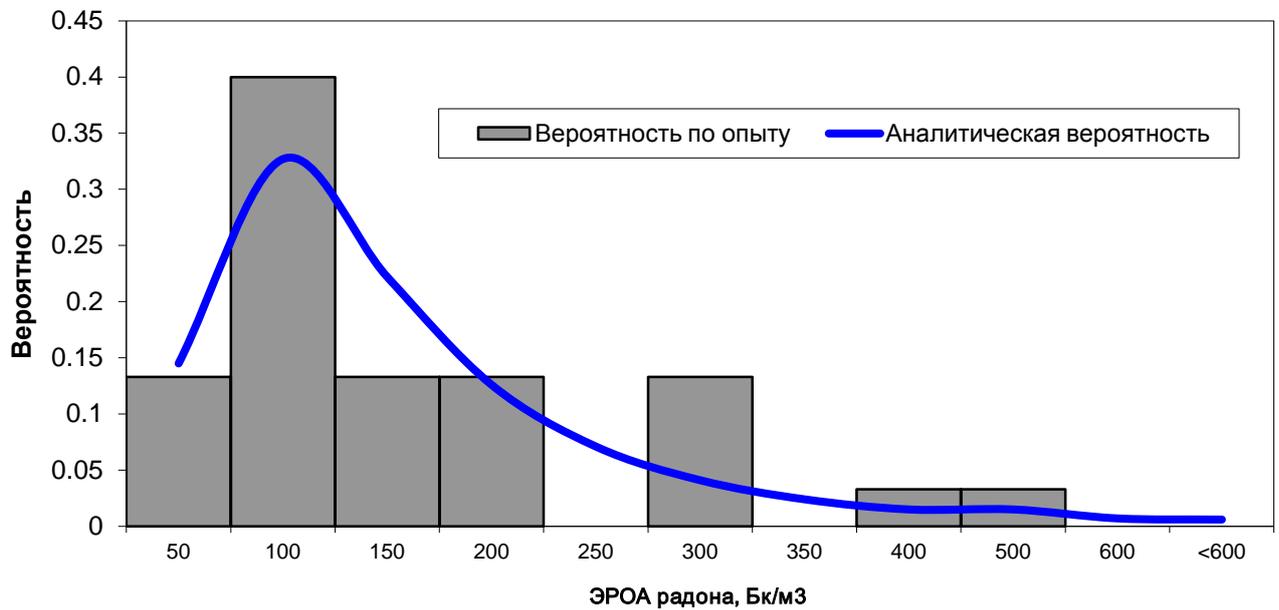


Рис. 4.
Распределение максимальных значений ЭРОА радона в зданиях и аналитическая плотность вероятности распределенной по логнормальному закону



С целью получения информации о влиянии подвала на величину ЭРОА радона в здании, была определена относительная частота средних и максимальных значений ЭРОА радона на 1-х этажах в 2-х подгруппах зданий по признаку наличия (отсутствия) подвального помещения. Диаграммы распределения приведены на рис. 5 и 6. По виду частотного распределения можно сделать вывод о том, что в зданиях без подвала, центр распределения ЭРОА радона смещен вправо, в сторону больших значений.

Рис. 5.
Частотное (относительное) распределение средних значений ЭРОА radона на 1-х этажах зданий по признаку наличия (отсутствия) подвала

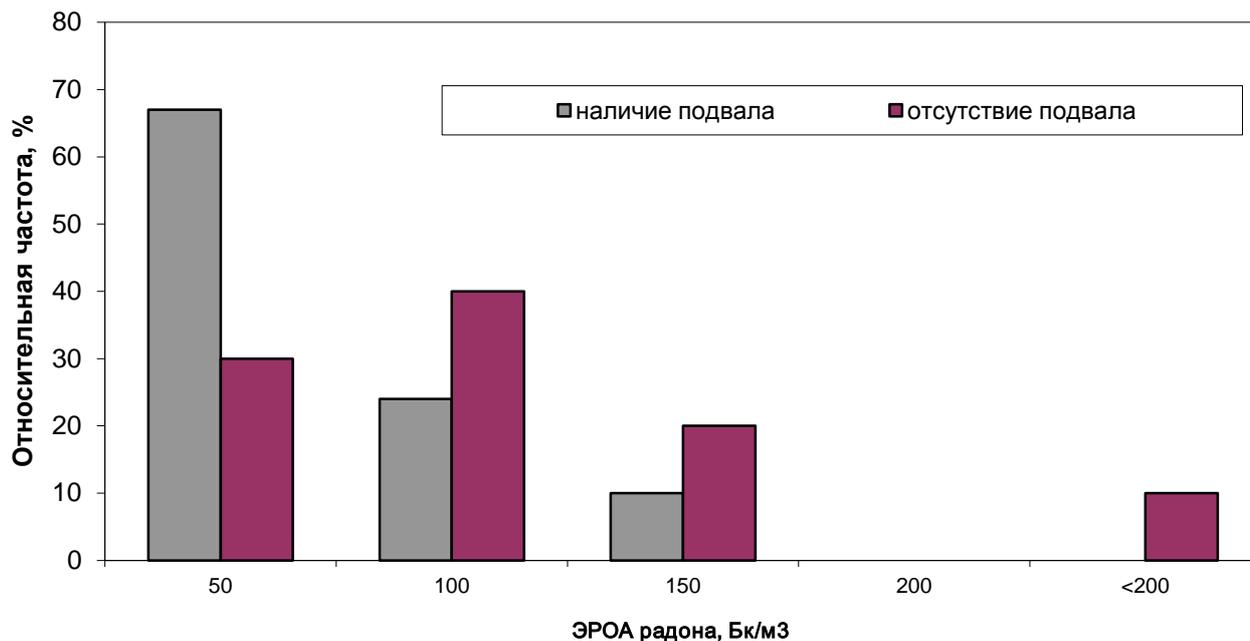
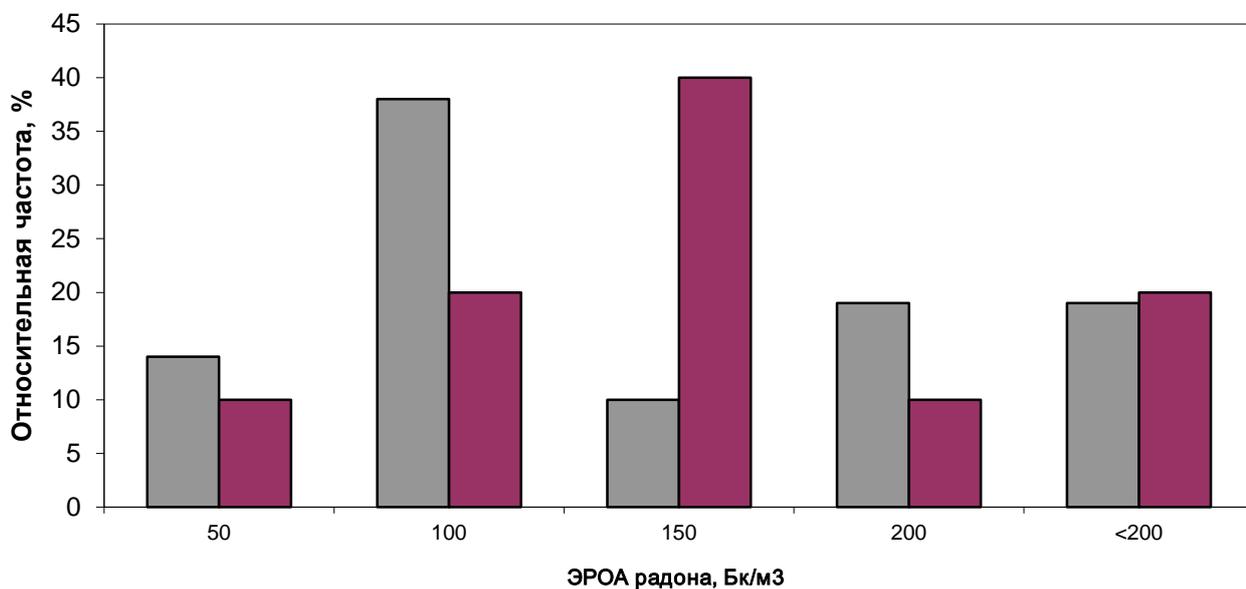


Рис. 6.
Частотное (относительное) распределение максимальных значений ЭРОА radона на 1-х этажах зданий по признаку наличия (отсутствия) подвала



Параметры и характеристики распределения приведены в таблице 4.

Таблица 4.

Параметры и характеристики	Признак	
	Здания с подвальным помещением	Здания без подвального помещения
Среднее арифметическое средних значений ЭРОА radона на 1-м этаже, Бк/м³	50	87
Среднее арифметическое максимальных значений ЭРОА radона в здании, Бк/м³	127	164

Таким образом, подтвержден сделанный ранее вывод (см. “Экологический ежемесячник по Нижегородской области” № 1(100) за 2003г.) о том, что наличие подвала под зданием уменьшает содержание радона в помещениях.

4.2. Выводы по результатам анализа.

Приведенные ниже выводы верны для группы зданий и помещений в этих зданиях, которые расположены на правом берегу р. Ока и р. Волга в Нижегородской области, на участках территорий с выявленными радиационными аномалиями (высокая гамма-активность пород в разведочных геологических скважинах) или расположенных в непосредственной близости к таким участкам территорий.

Согласно данным приведенным в таблице 3:

- Среднее значение ЭРОА радона в помещениях как 1-го - 67 Бк/м³, так и 2-го этажей зданий - 40 Бк/м³, превышает среднюю величину ЭРОА по Нижегородской области - 28 Бк/м³ (по данным радиационно-гигиенической паспортизации области).
- Для помещений 1-го этажа зданий, доля помещений с превышением величины ЭРОА радона нормативных значений для эксплуатируемых зданий (200 Бк/м³), составляет 5,4% от их общего количества, а доля помещений с величиной ЭРОА превышающей норматив для вновь построенных зданий (100 Бк/м³) составляет 18,3%, т.е. каждое пятое помещение.
- Для помещений 2-го этажа зданий, доля помещений с величиной ЭРОА превышающей норматив для новых зданий составляет 5,2% и незначительная их часть 0,4% имеет значение ЭРОА - выше 200 Бк/м³.
- Более половины зданий - 52,7% имеет хотя бы одно помещение с величиной ЭРОА радона более 100 Бк/м³, и в 17,9% зданий есть в наличии помещения с превышением ЭРОА нормативного значения 200 Бк/м³.
- Наименьшей вариабельностью (разбросом около среднего значения) величин ЭРОА радона характеризуются помещения 2-го этажа, наибольшая вариабельность присуща значениям ЭРОА для помещений 1-го этажа.

Дальнейшее увеличение объема измерений, по всей видимости значимо не изменит параметры и характеристики частотных распределений, однако позволит провести анализ влияния на содержание радона в помещениях зданий других качественных и количественных признаков, как, например, этажность здания, год постройки, количество учащихся и помещений в здании и т.п., что позволит разрабатывать оптимальные решения, направленные на уменьшение радиационной нагрузки на население Нижегородской области.

Таким образом, учитывая результаты полученные при анализе проведенных измерений, целесообразно дальнейшее продолжение работ в данном направлении.

Ведущий инженер проекта, начальник ЛРК ЗАО «Зиверт» _____ Д.В. Рябин

Руководитель проекта, генеральный директор ЗАО «Зиверт» _____ Э.Ю. Новожилов