

Составление карты радиационного фона Владимирской области

Билетов Михаил

ученик 11 класса МБОУ СОШ № 7 имени Н.К. Крупской,
г. Кольчугино и мобильного технопарка «Кванториум»

научный руководитель Зверева И.М.

ведущий программист лаборатории общего и специального
практикума Научно-исследовательского института ядерной
физики им. Д.В. Скобельцына

2020

Введение

С самыми мощными источниками энергии связаны самые большие опасности, закономерно отражающиеся в народном сознании. Для описания состояния страха перед радиацией психологи ввели термин «радиофобия» (более мягкий вариант «радиотревожность») [4]. В Кольчугино, наряду с эхом Чернобыльской аварии, упорно циркулирует слух об опасной радиационной обстановке на заводе "Кольчугцветмет". Как можно проверить обоснованность этих слухов?

У человека нет органов чувств для ядерных излучений. Потребность в таких органах отсутствует, поскольку мощность радиоактивного фона в природе (от 0,08 до 0,2 мкЗв/ч в нашем регионе) не представляет для людей ощутимой опасности, и регистрация фона не дала бы древним людям никакого эволюционного преимущества. В наше время, ионизационный счетчик может надежно оценить уровень радиационного фона. Таким образом, цель проекта: изучить радиационную обстановку на заводе, в городе и области.

Для выполнения цели данного проекта необходимо было:

- составить план работы;
- проанализировать литературу по теме «Радиация»;
- изучить принцип работы счетчика Гейгера и технический паспорт дозиметра;
- провести надежные по статистической точности измерения в намеченных местах;
- освоить компьютерное представление результатов измерения;
- сделать выводы о степени опасности полученных значений мощности дозы для жителей города и области.

Оборудование

В измерениях я использовал дозиметр Quantum отечественной фирмы SOEKS (характеристики см. Приложение 1). В дозиметре установлены 2 счетчика Гейгера-Мюллера СБМ 20-1. Диапазон показаний дозиметра до 1000 мкЗв/ч.

В описании дозиметра обнаружены некоторые несоответствия. В разделе «Технические характеристики» указана регистрируемая энергия гамма-излучения от 0,1 МэВ [7, 6]. Это энергия выше рентгеновского диапазона, верхней границей которого является 100 кэВ. Одновременно, в разделе «Назначение» заявлено: «Дозиметр производит оценку радиационного фона по величине мощности ионизирующего излучения (гамма-излучения и потока бета-частиц) с учетом рентгеновского излучения» [7, 6]. Так измеряет ли дозиметр Quantum рентгеновское излучение? Согласно СанПиН

2.6.1.2748-10 [6] «Электронно-лучевые трубки с напряжением 12-25 кВ, могут приводить к увеличению мощности дозы на 0,03-0,3 мкЗв/ч в рентгеновском диапазоне». Я провел серию измерений, поднося дозиметр к разным сторонам работающего телевизора, в котором стоит электронно-лучевая трубка. Изменений фона не было замечено. Однако, при расположении дозиметра рядом с работающей рентгеновской трубкой установки "Рентгеновская люминесценция" фирмы ЗБ Сайнтифик [6] (энергия испускаемых фотонов равна: 8-9 кэВ) дозиметр показал выше 300 мкЗв/ч. Следовательно, на телевизоре установлена достаточная защита от рентгеновского излучения, а дозиметр Quantum может регистрировать фотоны в рентгеновском диапазоне.

В дозиметре предусмотрен индикатор точности измерения. С каждым измерением (10 секунд) столбик индикатора точности растёт до полного заполнения (12 измерений, 2 минуты). В случае резких изменений фона - повышение более чем в 3 раза или понижение в 10 раз - индикатор точности обнуляется. Эта особенность дозиметра позволяет увеличить точность измерения в случае, если измерение проводится до полного заполнения индикатора точности.

Измерения

Измерения я проводил в крупных городах Владимирской области и на территории завода «Электрокабель»¹ (г. Кольчугино).

Как правило, места 3 основных измерений в городе:


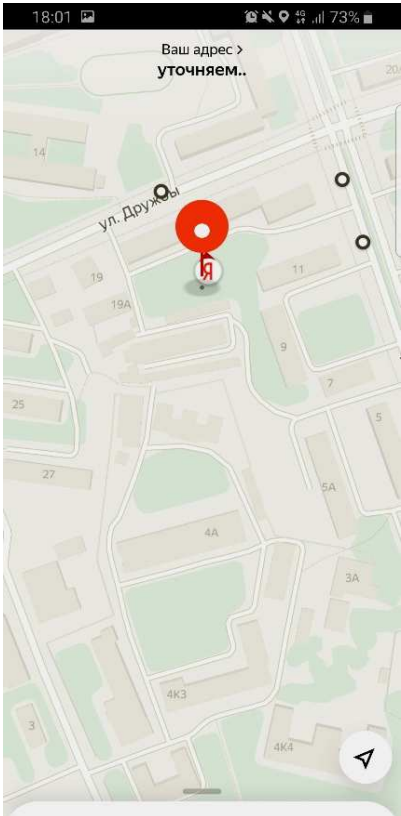
1. въезд в город
2. условный центр города
3. жилой район

Также производились измерения в местах, заинтересовавших лично меня.

Измерения длились до полного заполнения «шкалы точности». Затем результат фотографировался, а место проведения замера отмечалось на карте. Ниже приведён пример измерения в г. Кольчугино ул. Дружбы 27 дата измерения 31 августа.

До мест измерения мы добирались на личном транспорте. Дорога занимала большую часть всего времени. Дороги Владимирской области показывали нам всё своё разнообразие, от 4-х полосных дорог с ровным асфальтовым покрытием до грунтовых дорог....

¹ Разрешение на экскурсию по территории завода я оформил официально.

 <p data-bbox="300 927 555 958">«шкала точности»</p>	
<p data-bbox="272 1037 794 1182">фото дозиметра во время измерения в г. Кольчугино ул. Дружбы 27 дата измерения 31 августа</p>	<p data-bbox="994 1093 1358 1124">место измерения на схеме</p>

Естественная радиоактивность

Можно подумать, что радиация в области должна быть практически нулевая, но это далеко не так. Естественная радиоактивность складывается из космического излучения и излучения от почв. В диссертации Рагимова А.О. [3,152-153] изучалось радиологическое состояние районов Владимирской области с разным качеством почвы. Отмечается, что почвенный покров Владимирской области по содержанию радионуклидов не представляет опасности для здоровья человека. Наименее радиоактивны песчаные и супесчаные почвы и известняки. Прочно радионуклиды закрепляются в дерново-подзолистых, серых лесных почвах с высоким содержание гумуса и глинистых почвах.

Изучение литературы показало, что слухи о радиационном инциденте на заводе "Кольчугцветмет" обоснованы. В отчете за 2008 год Объединения «Радон» значится [Радон, с. 49-50]: «В числе объектов, на которых ... проводились масштабные дезактивационные работы, ... во Владимирской области – объекты в городах Владимира (более 10 УРЗ) и Кольчугино (ОАО "Кольчугцветмет"), на опытном поле ВНИИСХРАЭ (Петушинский район)».

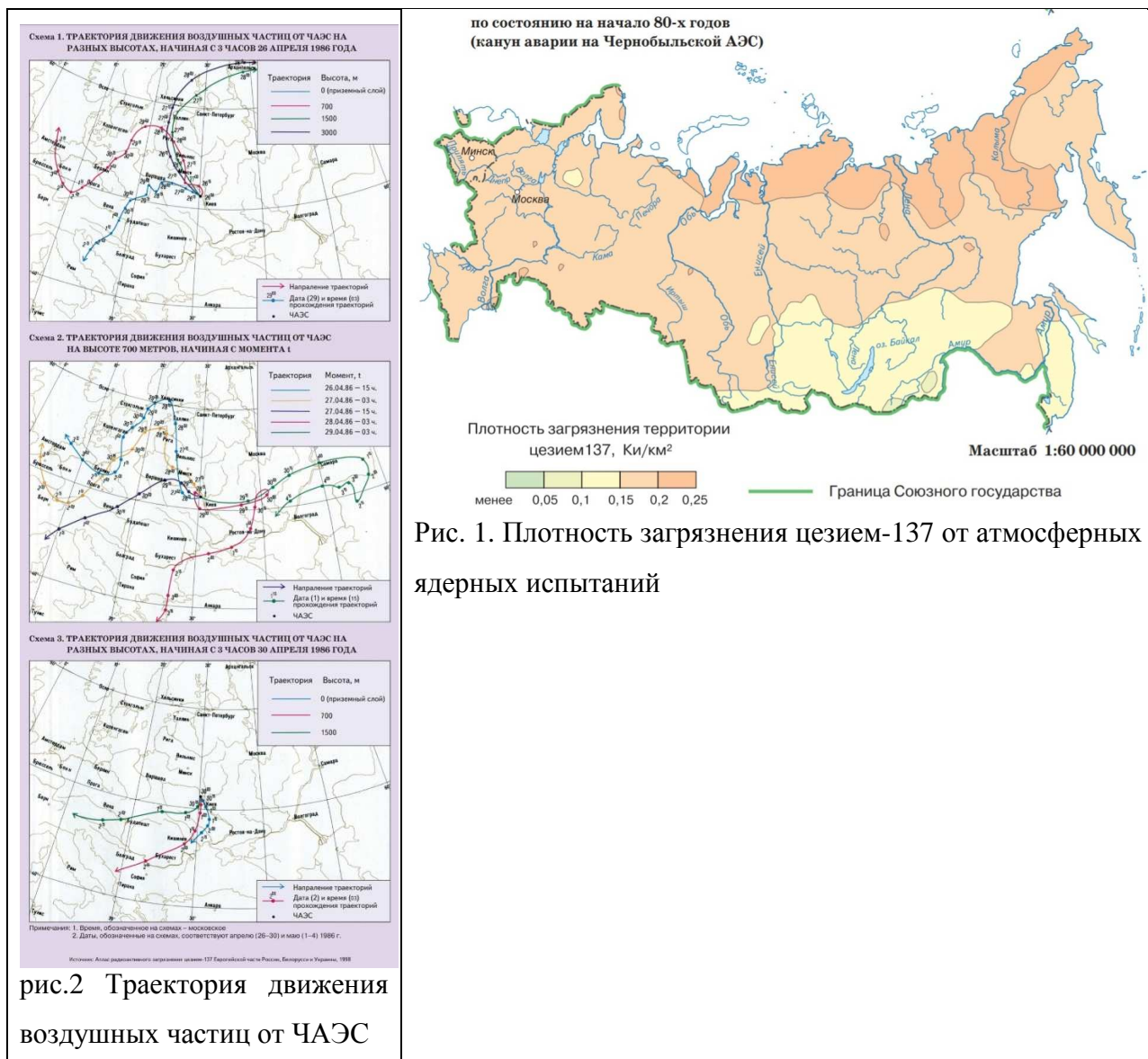


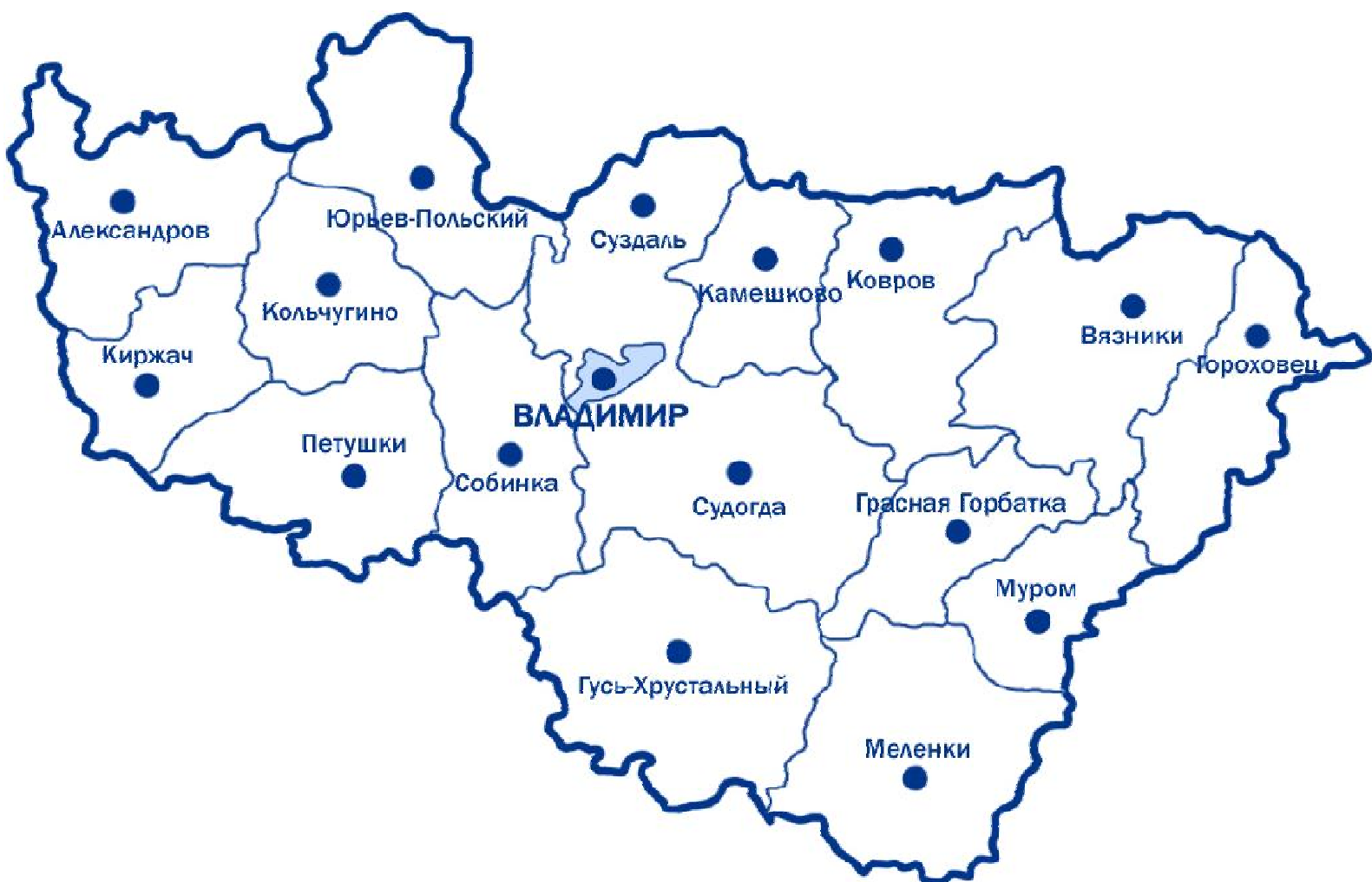
Рис. 1. Плотность загрязнения цезием-137 от атмосферных ядерных испытаний

Согласно карте (рис.1) [1] плотность загрязнения цезием-137 от атмосферных ядерных испытаний в канун чернобыльской катастрофы во Владимирской области составляла от 0,15 до 0,2 кюри на км².

Во Владимирской области не был замечен след от Чернобыльской катастрофы, его аэрозоли прошли южнее (рис.2), а значит, что всё дело в естественной радиации и загрязнениях с различных производств и испытаний ядерного вооружения. Поскольку период полураспада цезия-137 около 30 лет, то для оценки можно принять, что плотность загрязнения цезием-137 в 2020 году уменьшилась в два раза.

В диссертации Рагимова А.О. 2015 года [3,152] установлено, что диапазон варьирования мощности гамма-излучения почв области составляет 3,8–12 мкР/час. Поскольку 1 рентген соответствует 0,00877 грей поглощенной дозы в сухом воздухе или 0,0096 грей поглощенной дозы в мягких тканях, то можно принять, что мощность гамма-излучения почв Владимирской области меняется от 0,03 до 0,11 мкЗв/ч.

Результаты измерений



В результате вышло 2 вида измерений: измерения радиационного фона на заводе в городе Кольчугино и измерения в городах Владимирской области.

Измерение области я предоставил в формате таблицы с координатами и примечаниями.

Для представления измеренных значений на заводе я предпочёл использовать карту.

Она является одним из самых удобных способов представления информации, поэтому я решил её использовать.

Вопрос встал в составлении карты.

В этом деле мне помог сотрудник технопарка "Кванториум" - Павел Мелехов.

Он помог мне разобраться в этом вопросе, показал основные функции и объяснил как пользоваться таким сервисом как "ArcGis".

Результаты измерений на территории завода <http://arcg.is/1KOC58>

Географическое место	Координаты	Результаты измерения мкЗв/ч	Примечания
Киржач, въезд в город	56.170629, 38.896418	0,18	
Киржач, центр	56.162050, 38.871770	0,21 каменный монумент 0,13 на травке	28 июня 2020 г.
Киржач, жилой сектор	56.152532, 38.858318	0,13	
ТБО Киржач	56.140867, 38.788871	0,13	
Александров, въезд в город	56.401319, 38.686020	0,16	
Александров, жилой сектор	56.401580, 38.689580	0,19 внутри жилого комплекса 0,13 снаружи	
Александров, памятник Александрю Невскому	56.396740, 38.728580	0,17	
Александровская слобода	56.400630, 38.740530	0,16	
ТБО Кольчугино	56.339221, 39.289016	0,14	
Кольчугино, въезд в город	56.316787, 39.335322	0,14	
Кольчугино, центр	56.293930, 39.375910	0,14	31 августа 2020 г.
Кольчугино, жилой сектор	56.297260, 39.370960	0,19	
Юрьев-Польский, въезд в город	56.479731, 39.652778	0,13	19 июля 2020 г.
Юрьев-Польский, жилой район	56.491421, 39.668854	0,16	
Юрьев-Польский,	56.497639,	0,14	

исторический центр	39.680524		
Суздаль, въезд в город	56.423028, 40.409424	0,19	
Суздаль, жилой район	56.426187, 40.429526	0,22	
Суздаль, исторический центр	56.416660, 40.448610	0,16	
Владимир, въезд	56.084348, 40.211489	0,16	
Владимир, рядом с жилым районом	56.149440, 40.388030	0,16	
Владимир, центр	56.126870, 40.397114	0,18 под золотыми воротами 0,21 в окошке из камня	
Владимир, центр	56.126430, 40.395110	0,30 фонтан	Дозиметр лежал на решётке фонтана
Судогда, въезд	55.957990, 40.838160	0,14	23 августа 2020 г.
Судогда, центр	55.949679, 40.854811	0,13	
Судогда, жилой район	55.949120, 40.857170	0,10	
Замок Храповицкого	55.929765, 40.903939	0,18	
Гусь-Хрустальный, въезд	55.636300, 40.698846	0,14	
Гусь-Хрустальный, музей хрустала (центр)	55.619810, 40.657940	0,14 0,20 измерение уранового стекла в музее	
Гусь-Хрустальный, жилой сектор	55.616160, 40.674900	0,16	
Муром, въезд	55.593207, 41.993195	0,12	

Муром, центр (мишки)	55.578370, 42.048950	0,13	
Муром, центр (камень в честь ликвидаторов ЧАЭС)	55.578090, 42.047690	0,40	Дозиметр лежал на камне
Муром, набережная	55.579810, 42.064829	0,14	
Ковров, въезд	56.326603, 41.282072	0,11	
Ковров, центр	56.362580, 41.310460	0,14	
Ковров, жилой район	56.361280, 41.306570	0,12	
Прочие измерения			
Краснодарский край, Анапа	44.983800, 37.253650	0,17	10 августа 2020 г.
Крым, Коктебель	44.963284, 35.249805	0,14	7 августа 2020 г.

Выводы

Результаты проведенных измерений показывают, что радиационный фон в измеренных местах Владимирской области находится в безопасной для человека зоне.

Литература

1. Атлас современных и прогнозных аспектов последствий аварии на Чернобыльской АЭС на пострадавших территориях России и Беларуси (АСПА Россия–Беларусь) / Под ред. Ю.А. Израэля и И.М. Богдевича. – Москва–Минск: Фонд «Инфосфера»–НИА-Природа, 2009. – 140 с. URL: <http://rb.mchs.gov.ru/Atlas> (дата доступа 30.08.2020)
2. ГУП МосНПО «Радон»: «Радиационная скорая помощь» // АТОМКОН // декабрь 2010, с. 48-51, URL: <http://www.radon.ru/prensa/48-51.pdf> (дата доступа 30.08.2020)
3. Рагимов А.О. Эколого-функциональная роль почв в формировании уровня благополучия населения Владимирской области // диссертация на соискание канд. биол.наук : 03.02.08 Владимир, 2015. - 229 с.

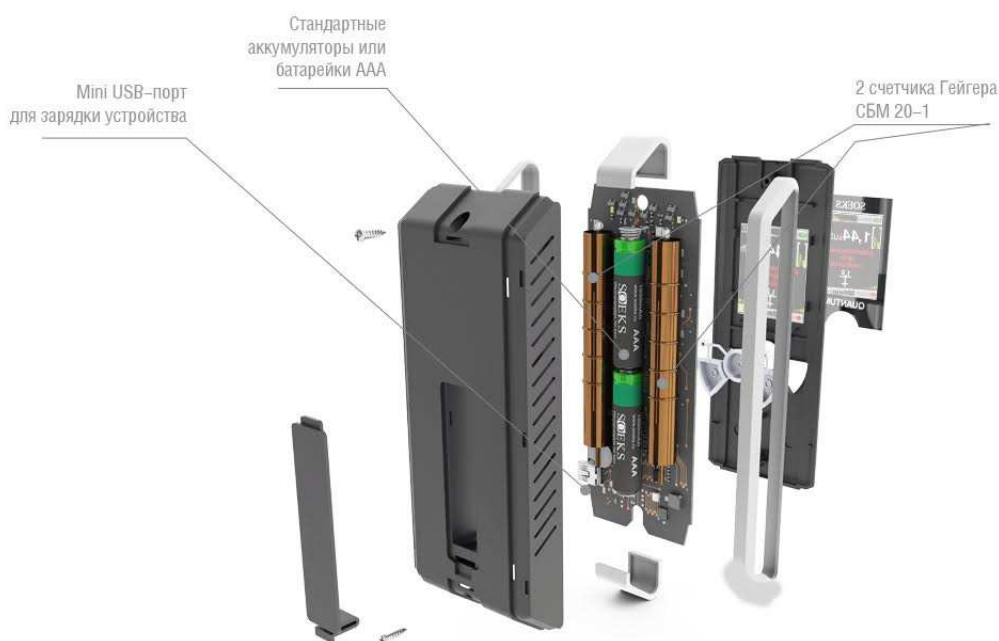
4. Радиотревожность населения загрязненных территорий и меры по ее снижению. Пособие для специалистов служб Роспотребнадзора // Радиационная гигиена т.1 №4, 2008, - с. 65-72.

5. Рентгеновский аппарат (230 В, 50/60 Гц) / 3В Сайнтифик URL: https://www.3bscientific.ru/рентгеновский-аппарат-5060-%D0%B3%D1%86-1000657-u192001-3b-scientific,p_1476_14255.html (дата доступа 08.11.2020)

6. Санитарные правила и нормативы СанПиН 2.6.1.2748-10 "Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при работе с источниками неиспользуемого рентгеновского излучения". Приложение 1. Характеристики неиспользуемого рентгеновского излучения, генерируемого некоторыми типами электровакуумных приборов и установок / Система ГАРАНТ URL: <http://base.garant.ru/12181176/b89690251be5277812a78962f6302560/#ixzz6dBXcGATe> (дата доступа 08.11.2020)

7. Характеристики дозиметра SOEKS QUANTUM URL: https://soeks.ru/image/catalog/products/quantum/manual_dozimetr_quantum.pdf (дата доступа 30.08.2020)

Приложение 1. **Технические характеристики дозиметра SOEKS Quantum (URL:**



https://soeks.ru/image/catalog/products/quantum/manual_dozimetr_quantum.pdf)

2 счетчика Гейгера-Мюллера (СБМ 20-1)

Диапазон показаний уровня радиоактивного фона, до 1 000 мкЗв/ч

Диапазон измерения накопленной дозы, до 1 000 Зв

Время накопления дозы до 999 дней

Накопление истории измерения радиационного фона, не менее 24 часа с шагом 10 секунд

Регистрируемая энергия гамма- излучения от 0,1, МэВ

Пороги предупреждения, мкЗв/ч от 0,3 до 100

Время измерения, секунд 10

Индикация показаний: Непрерывная, числовая, графическая

Элементы питания, Аккумуляторы или батарейки AAA, дополнительное питание от сетевого адаптера или USB

Диапазон напряжения питания, В 1,9 - 3,0

Время непрерывной работы до 700 изделия, не менее, часов**

Габаритные размеры 130x52x18 высота x ширина x толщина, не более, мм

Масса изделия (без элементов питания), не более, гр.

Ток заряда аккумуляторов, 300 не более, мА

Потребляемый ток от зарядного устройства или USB, не более мА

Напряжение на выходе зарядного от 4,5 до 5,5 устройства, В

Дисплей Цветной TFT, 128x160

Диапазон рабочих температур, °С от -20 до +60

Дозиметр SOEKS Quantum внесен в реестр средств измерения (Свидетельство об утверждении типа средства измерений № 62619-15, выдано 08 декабря 2015г. Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии).