

**Всероссийская конференция школьников
«Юные техники и изобретатели»**

«Образование. Наука. Профессия»

Дозиметр «Радон-222»



**Комарский Рафаэль Ильязович,
Вологодская область, город Сокол,
БОУ ВО «Вологодская кадетская школа-интернат»,
11 «А» класс.**

**Научные руководители:
Молотков Юрий Александрович,
Заслуженный Учитель РФ,
Вологодская кадетская школа-интернат,
учитель физики.**

**Богачева Нина Васильевна,
педагог дополнительного образования
МАОУ ДОД
«Центр детского технического творчества №5»
города Набережные Челны.**

г. Сокол, 2014 год

Рецензия

Предложенная работа представляет научное исследование в области создания и использования дозиметрических приборов и раскрывает возможности их конструирования в домашних условиях. Автор задался целью создать дозиметрический прибор, используя радиодетали, имеющиеся в розничной торговле, и определить с его помощью уровень радиации в местах пребывания людей.

Для достижения данной цели были определены следующие задачи: изучить теоретические основы явления радиоактивности, оценить перспективы в области строительства АЭС в Балтийском регионе, научиться использовать в исследовательском процессе цифровую лабораторию «Архимед», разработать проектную документацию дозиметра, сконструировать дозиметрический прибор в условиях кадетской школы-интерната и с его помощью оценить уровень радиации в местах массового пребывания людей. Главная часть работы - исследование физических характеристик дозиметрических приборов и конструирование подобного устройства.

Следует отметить, что Рафаэль выбрал актуальную тему исследования, т.к. дозиметрические приборы еще только внедряются в учебный процесс, их стоимость сравнительно высока, а интерес к проблеме радиационной безопасности в нашем Северо-западном регионе возрастает, в связи со строительством новых АЭС, подводных атомных подводных лодок и атомных ледоколов. Увидев этот прибор, многие ребята попытаются создать свои дозиметры! Его работа поможет учителям физики определить перспективы в области демонстрационного и лабораторного физического эксперимента. Работа Комарского Рафаэля имеет большую практическую значимость, которая определяется возможностью создания бытовых дозиметрических приборов в школьных условиях, используя материалы доступные каждому.

Представленная работа оригинально оформлена, имеет ссылки на многочисленные источники, материал структурирован и логично изложен. Работа ученика 11 класса Комарского Рафаэля «Бытовой дозиметр Радон -222» имеет исследовательский характер, содержит новые компоненты и рекомендуется к участию в научно-практических конференциях школьников.

**Рецензент - Заслуженный Учитель России,
учитель физики высшей категории
Молоткова Любовь Николаевна**

1. Заинтересованность. Постановка задачи.

Все началось с проекта «Влияние радиоактивных излучений на организм человека». Разрабатывая его в форме электронного плаката, передо мной возникали все новые и новые вопросы:

- Каким образом люди получают достоверную информацию об уровне радиации?
- Какое влияние оказывает радиация на жизнедеятельность различных организмов?
- Радиация приносит пользу или вред?
- Смогу ли я создать прибор для измерения уровня радиации?

В Вологодской кадетской школе - интернате имеется комплект цифровых датчиков лаборатории «Архимед» с программным обеспечением. Мне было интересно освоить работу датчика радиации. Главной его частью является счётчик Гейгера. Он сравнительно небольшой, но поразила цена изделия – 5000 рублей! А ведь с помощью таких приборов как раз и можно проводить исследования радиационной обстановки среды обитания человека. А что, если самому попробовать сконструировать бытовой дозиметр? Да ещё оценить его себестоимость? Конструирование - это очень увлекательное занятие!

Наш век – это век ядерной энергетики. Предстоит строительство новых крупных атомных станций, атомных ледоколов и подводных лодок, полеты к далеким небесным телам в поисках подходящей для живых организмов среды обитания. Выполняя эту работу, можно ощутить себя активным исследователем невидимого излучения, заняться созданием и апробацией различных электронных устройств для измерения уровня радиации.

2. Гипотеза.

В домашних условиях можно сконструировать дозиметрический прибор, и с его помощью определить уровень радиации внутри квартиры и на производственных объектах.

3. Цель работы.

Изучить особенности радиационной обстановки Балтийского региона. Создать бытовой дозиметрический прибор. Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

1. Сконструировать бытовой дозиметр.
2. Оценить себестоимость прибора.
3. Оценить с его помощью радиационную обстановку в месте проживания и на производственных объектах.

Актуальность исследования

В настоящее время в Балтийском регионе работают две атомные электростанции: Ленинградская АЭС (близ г. Сосновый Бор) и Кольская АЭС (г. Полярные Зори). Отдельные блоки этих станций уже выработали свой ресурс, а потребление электроэнергии растёт! Началось строительство ещё трёх АЭС: Ленинградской АЭС-2, Кольской АЭС-2 и Балтийской АЭС в Калининградской области. Несмотря на то, что проектировщики гарантируют экологическую безопасность работы этих объектов, нарастает обеспокоенность проживающего в этом регионе населения.

Радиация (ионизирующее излучение) – это электромагнитные волны и заряженные частицы, излучаемые неустойчивыми ядрами атомов при распаде. Они оказывают непосредственное воздействие на объекты живой и неживой природы. Если о техногенных загрязнениях окружающей среды мы можем судить по своим наблюдениям, то радиоактивное излучение недоступно для наших органов чувств. Ионизирующее излучение невидимо, неслышимо, не обладает запахом и вкусом. Поэтому для его обнаружения нужны специальные приборы.

Радиация является важным экологическим фактором, воздействующим на живые организмы, в частности, на людей. В веке атомной энергетики и промышленности радиация нашла применение во многих отраслях науки и техники. В сельском хозяйстве с помощью радиоактивных изотопов проведены исследования, которые показали, как усваивают растения различные виды удобрений. Применение ампул с радиоактивными изотопами в металлургии позволяют контролировать износ кладки плавильных печей без их останова. Определить толщину оловянного покрытия на жести при лужении можно, измерив отраженное от подложки излучение. Таким же образом измеряют толщину лакокрасочных и других покрытий. Если перед посевом облучать небольшой дозой ионизирующего излучения семена сельскохозяйственных культур, то они быстрее прорастают, дружнее всходят, раньше созревают и дают больше урожая. А при увеличении дозы облучения семян появляются растения с измененными свойствами. Этот метод выведения новых видов растений называется радиоселекцией.

В общем, ученым удалось поставить мирный атом на службу людям. Но как измерить мощность и суммарную дозу излучения, с которым приходится работать? Знать точный уровень излучения необходимо: радиация в больших дозах опасна для жизни и здоровья. Здесь без хорошего дозиметра – прибора, регистрирующего и измеряющего дозу и мощность радиоактивного излучения – никак не обойтись. А в крупных техногенных катастрофах, таких как авария на АЭС Тримайл-Айленд (США, 1979), ЧАЭС (СССР, 1986) и Фукусима-1 (Япония, 2011), дозиметр жизненно необходим.

Также надежный дозиметр необходим и в обычной повседневной жизни. Трагический случай радиоактивного заражения в Краматорске (Украина) в 1980-1981 гг., когда при строительстве жилого дома в стену была замурована ампула с цезием-137 размерами 4 на 8 мм, излучавшая 200 Р/ч, вследствие чего погибли 4 ребенка и 2 взрослых, а 17 человек получили инвалидность, говорит о том, что бытовые дозиметры должны быть доступны каждому простому гражданину во избежание подобных случаев.

Так как дозиметр является своего рода «шестым чувством» человека, то он должен обладать компактностью, чтобы удобно было его носить с собой; энергоемкостью, чтобы потреблял малый ток и обеспечивал долгое время работы; надежным – отказ прибора должен быть обнаружен незамедлительно. Да и диапазон измерений должен быть большим – чтобы можно было измерять высокие уровни.

С учетом вышеизложенного и был сконструирован дозиметр «Радон-222».

В данном дозиметре применяется счетчик жесткого бета - и гамма-излучения СБМ20

Значения нормального радиационного фона

Конечно же, ошибочным будет предполагать, что радиоактивность – лишь продукт современных атомных технологий. Естественное облучение мы всегда получаем от земли, солнца и даже друг от друга. Но это очень маленькая доза, и беспокоиться по этому поводу не стоит. Также радиация исходит из космоса. Перелет на высоте 10 000 – 12 000 м осуществляется при фоне до 250 мкР/ч.

У каждого региона планеты свой нормальный радиационный фон. Чем ближе к экватору, тем излучения меньше, но оно резко возрастает с набором высоты. Жителям высокогорных городов типа Кито (Эквадор) или Рамсер (Иран) круглогодично приходится испытывать излучение мощностью от 150 до 200 мкР/ч. В Москве радиационный фон составляет 8-13 мкР/ч на открытом воздухе и до 25 мкР/ч в закрытых помещениях.

Экологическая оценка

Данный прибор не содержит в себе вредных и опасных для организма человека веществ, драгметаллов. Разрешается производить замеры только людям, изучившим руководство по эксплуатации.

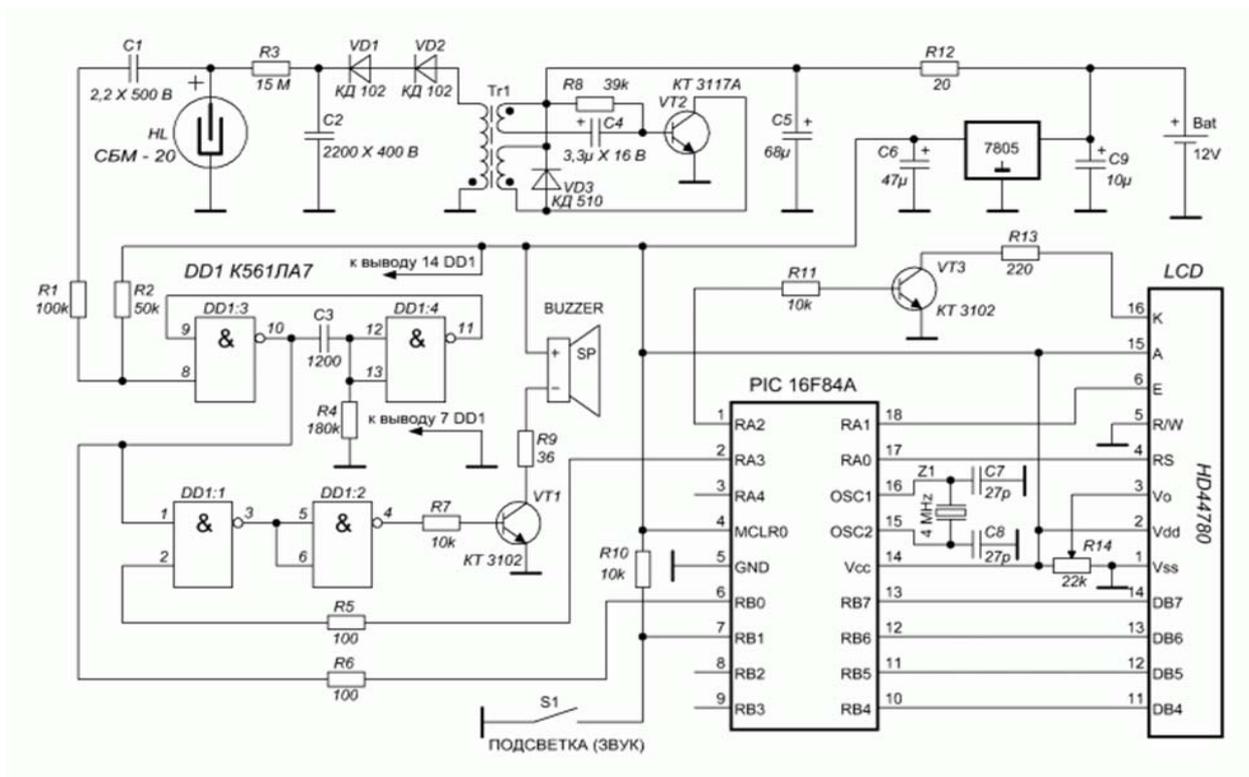


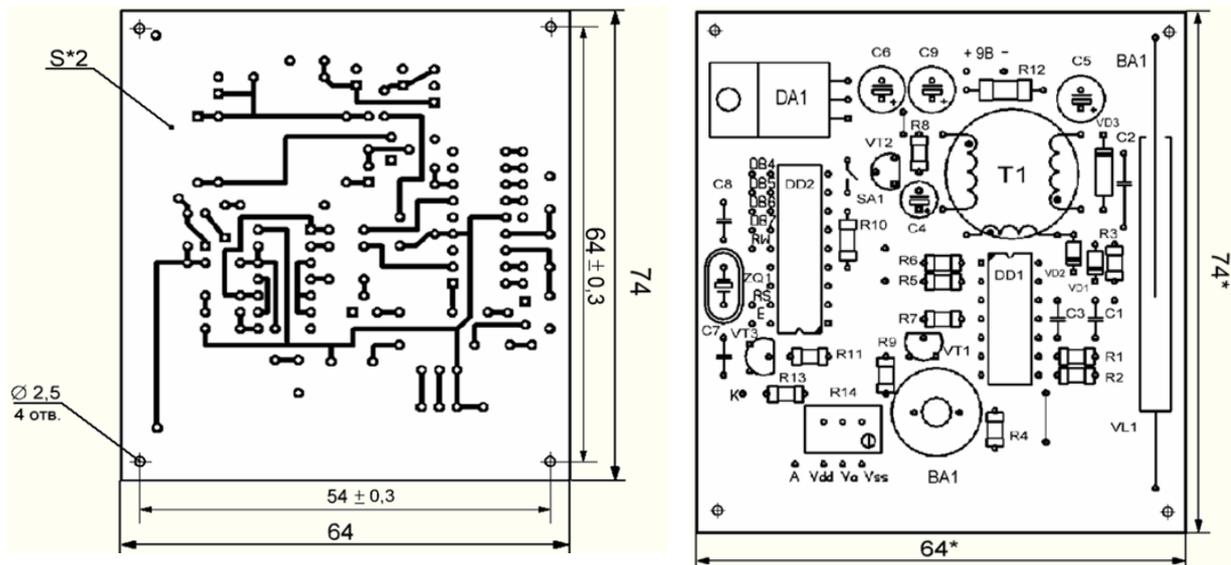
Схема электрическая принципиальная

Намоточные данные трансформатора

Трансформатор ПI наматывают на ферритовом кольце М3000МН К16х10х4,5, предварительно загладив его ребра наждачной бумагой и заизолировав тонкой лавсановой или фторопластовой лентой. Первой необходимо намотать обмотку I, содержащую 420 витков провода ПЭВ-2-0,07, ее размещают по всему сердечнику. Между началом и концом обмотки необходимо расстояние 1,5-2 мм. Затем обмотку покрыть изоляцией, и намотать 2 и 3 обмотки.

Порядок намотки	Данные провода	Количество витков	Данные магнитопровода
I	ПЭВ-2-0,07	420	Кольцевой сердечник М3000МН К16х10х4,5
II	ПЭВ-2-0,2	8	Кольцевой сердечник М3000МН К16х10х4,5
III	ПЭВ-2-0,2	3	Кольцевой сердечник М3000МН К16х10х4,5

Табл. 3

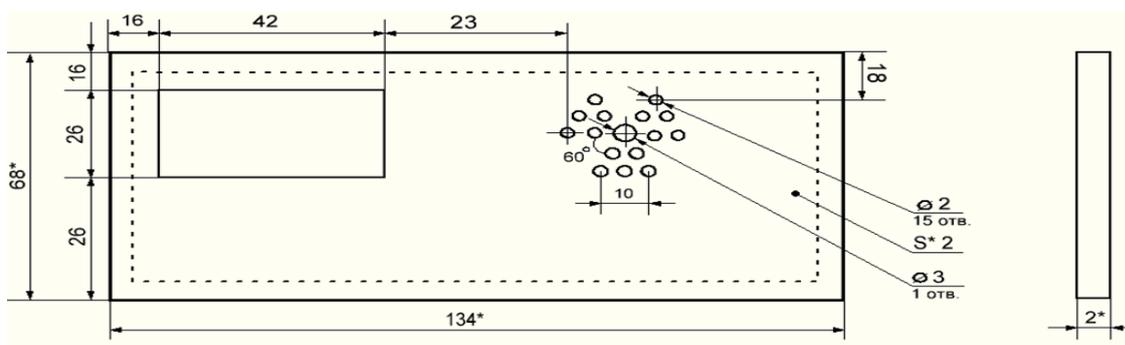


Печатная плата, сборочный чертеж платы

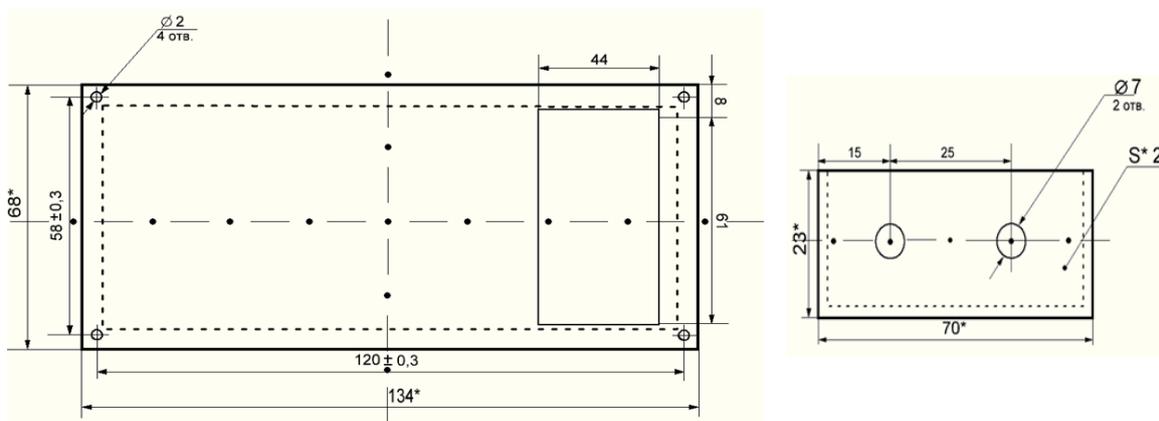
Обозн.	Наименование	Кол-во	Прим.
BD1	СБМ20	1	То же самое, что и СБМ-20. В заводской марке дефис передко отсутствует
C1	КД-26 2.2 мкФ × 500В	1	
C2	К73-9 2200 пФ × 400В	1	
C3	К10-17Б 1200пФ	1	
C4	К53-30 3,3 мкФ × 16В	1	
C5	К10-17-26 68 мкФ	1	
C6	К10-17-26 47 мкФ	1	
C7	К10-17Б 27пФ	1	
C8	К10-17Б 27пФ	1	
C9	К10-17-26 10 мкФ	1	
DA1	L7805ABD2T	1	
DD1	К561ЛЛ7	1	
DD2	PIC 16F84A	1	
HG1	WH0802A-YGH-CT (HD44780)	1	
R1	МЛТ-0,125	1	
R2	МЛТ-0,125	1	
R3	КИМ-0,125	1	
R4	МЛТ-0,125	1	
R5-R6	МЛТ-0,125	2	
R7	МЛТ-0,125	1	
R8	МЛТ-0,125	1	

Обозн.	Наименование	Кол-во	Прим.
R9	МПТ-0,125	1	
R10	МПТ-0,125	1	
R11	МПТ-0,125	1	
R12	МПТ-0,125	1	
R13	МПТ-0,125	1	
R14	МПТ-0,125	1	
HA1	ЗП-1	1	
VD1	КД102А	1	
VD2	КД102А	1	
VD3	КД510А	1	
VD4	КД102А	1	
VT1,VT3	КТЗ102А	2	
VT2	КТЗ117А	1	
ZQ1	НС-49У5 4 МГц	1	

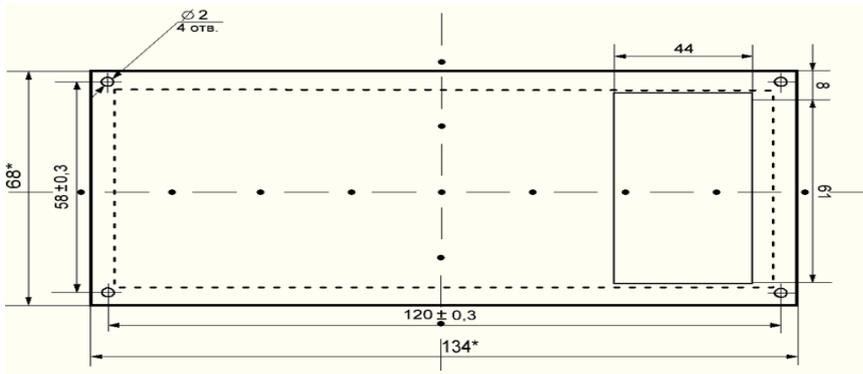
Перечень элементов



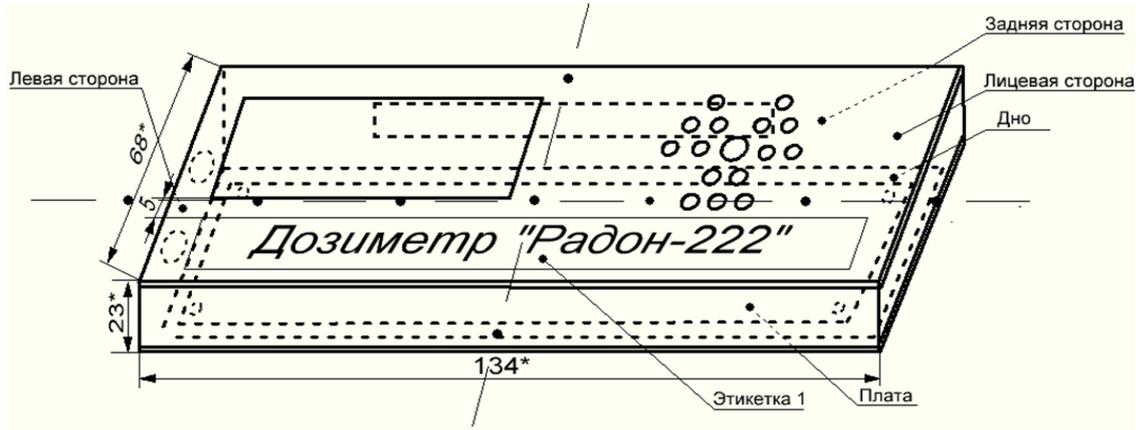
Лицевая сторона



Дно корпуса, правая сторона



Задняя сторона корпуса



Сборочный чертеж изделия.

№	Наименование	Кол-во	Цена (в руб.)	Сумма (в руб.)
1	Счетчик СБМ20	1	1	1500
2	Микроконтроллер PIC 16F84A	1	1	128
3	ЖКИ-индикатор WH0802A-YGH-CT (HD44780)	1	1	235
4	Микросхема К561ЛА7	1	1	90
5	Пьезозвонок ЗП-1	1	1	140
6	Транзистор КТ3117А	1	17	17
7	Транзисторы КТ3102А	2	4	8
8	Диаоды КД102А	2	4	8
9	Диаод КД510А	1	6	6
10	Резисторы МЛТ-0,125	12	1	12
11	Конденсатор К73-9-630В	1	1	3
12	Конденсатор КД-26-500В	1	1	3
13	Конденсатор К-10-17-26	5	3	15
14	Конденсатор К53-30	1	4	4
15	Конденсатор К50-40	2	4	8
16	Стабилизатор L7805ABD2Г	1	20	20
17	Кварцевый резонатор 4МГц	1	10	10
18	Корпус для РЭА 134 × 68 × 23	1	250	250
19	Тумблер ТВ-2	2	25	50
20	Крона 9В	1	20	20
Итого				2302 руб.

Расчет себестоимости

Руководство по эксплуатации

Включить прибор, повернув тумблер в положение «ВКЛ». Время выхода на рабочий режим - 10 с. На ЖКИ-индикаторе появится значение радиационного фона. Приступить к измерениям, начиная с земли, для чего поднести прибор на расстояние 1-1,5 см от поверхности и произвести замер. Замер длится в течение 40 с. Далее замерить фон, для чего поднять дозиметр на 1 метр от поверхности земли и произвести замер. Нормальный радиационный фон не превышает 30 мкР/ч. При повышенном фоне количество радиоактивных частиц, зарегистрированных счетчиком, увеличивается. Следовательно, число щелчков и показания прибора возрастают.

Для измерения интенсивности радиационного излучения от конкретного предмета нужно поднести дозиметр на расстояние 1-1,5 см от поверхности предмета так, чтобы окно, в котором расположен счетчик, оказалось напротив исследуемой поверхности, и произвести замер. Если исследуемый предмет радиоактивен, и показания прибора превысили допустимый уровень излучения, то после контакта с источником радиоактивности показания прибора начнут понижаться. В это время обстановку можно контролировать, оценивая количество щелчков или частоту вспышек светодиодного индикатора.

Для предупреждения механических повреждений необходимо: оберегать прибор от толчков, ударов, падений; при перевозке в транспорте располагать прибор в передней части кузова; во время измерений при движущемся транспорте держать прибор на коленях или в руках, а не ставить его на пол кузова.

При осмотре и ремонте вскрытого прибора необходимо касаться деталей только инструментом с изолированными ручками, т. к. газоразрядный счетчик находится под высоким напряжением (380-400 В).

Дезактивация прибора производится после работы на радиоактивной местности. Дезактивация прибора осуществляется двух-трехкратным протиранием наружных поверхностей ветошью, смоченной дезактивирующими растворами, или водными растворами, или, в крайнем случае, водой. После дезактивации вся поверхность прибора протирается сухой ветошью.

Анализ результатов исследования

Проведённое исследование показало, что создать дозиметрический прибор в домашних условиях вполне возможно. Возникает ряд трудностей с качественным изготовлением печатной платы, намоткой трансформатора, от которого во многом зависит работа прибора, установкой готового устройства в корпус, приобретением радиодеталей. Расчет себестоимости (**см. табл.**) показал существенную разницу в денежных затратах при конструировании дозиметра своими руками (2302 рублей) и при покупке готового заводского (5000 рублей).

С помощью созданного прибора можно измерять уровень радиации на различных объектах. Мощность радиационного излучения в расположении Вологодской кадетской школы-интерната и на открытом воздухе составляет не более 17 мкР/ч и 12 мкР/ч соответственно, что не превышает норму (30 мкР/ч).

Перспективы

В перспективе планируется провести с помощью этого прибора исследование проникающей способности радиоактивного излучения. Также будет проводиться регулярный контроль за радиационной обстановкой в городе, особенно в местах круглосуточного пребывания людей. Таким образом, даже незначительное повышение радиационного фона будет зафиксировано и будут приняты необходимые меры по устранению источника излучения, способные сохранить здоровье окружающих.

В дальнейшем прибор будет усовершенствован: планируется оборудовать прибор разъемом для наушников, что позволит следить за радиационной обстановкой, ориентируясь по количеству щелчков, если прибор находится в кармане либо на пояском ремне. Также будет установлен газоразрядный счетчик СИ-ЗБГ, который позволит регистрировать бета- и гамма-излучение мощностью экспозиционной дозы до 300 Р/ч и будет усовершенствована программа, заложенная в микроконтроллер PIC16F84A, что добавит функцию памяти.

Используемая литература

- С. Паскевич Д. Вишневецкий. Чернобыль. Реальный мир. М.: Эксмо, 2011
- А. Шигапов. Чернобыль, Припять, далее нигде. М.: Эксмо, 2010
- С. Мирный. Живая сила. Дневник ликвидатора. М.: Эксмо, 2010
- Ю. Сивинцев. Насколько опасно облучение: радиация и человек. М.: ИздАТ, 1991
- А. Акатов, Ю. Коряковский. Атомная энергетика Северо-запада России. М. 2009.