

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

(институт)

Промышленная электроника

(кафедра)

11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

(код и наименование направления подготовки, специальности)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Цифровой измеритель радиационной загрязненности

Студент(ка)

Р.Р. Фаткулин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Г.Н. Абрамов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент А.А. Шевцов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« _____ » _____ 20 _____ г.

Тольятти 2016

Аннотация

Объем 64 с., 9 рис., 5 табл., 29 источников, 1 прил.

В бакалаврской работе на основе проведенного аналитического обзора рассмотрены методы и средства измерения радиационного загрязнения. Определены основные технические параметры первичных датчиков излучения – счетчиков Гейгера. На основе широко распространенных электронных компонентах (цифровых ИС 176 серии и люминесцентных вакуумных сверхминиатюрных индикаторах ИВ-3А) разработаны функциональная и принципиальная схемы цифрового измерителя радиационной загрязненности для использования в бытовых условиях. Отличительной особенностью разработанного измерителя является его малое энергопотребление и небольшие массо - габаритные параметры.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1.ОБЗОР НАУЧНО - ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПО ИЗМЕРИТЕЛЯМ РАДИАЦИОННОЙ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ.....	6
1.1. Классификация и обзор патентов.....	6
1.2. Классификация счетчиков Гейгера.....	10
1.3. Сравнение методов измерения.....	12
1.3.1.Сравнение газопоточных счетчиков, жидкостных сцинтилляционных счетчики и альфа спектрометрических методов.....	14
1.3.2. Количественное сравнение методов измерения.....	19
2.ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ И ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМЫ ЦИФРОВОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ РАДИАЦИОННОЙ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ.....	27
2.1. Исходные данные и параметры цифрового измерителя радиационной загрязненности.....	27
2.2. Функциональная схема цифрового измерителя радиационной загрязненности.....	28
2.3.Разработка принципиальной схемы цифрового измерителя.....	31
2.4 Порядок проведения измерений радиационной загрязненности.....	39
2.5. Метрологическое обеспечение эксплуатации цифрового измерителя.....	41
2.6.Общие указания по эксплуатации цифрового измерителя.....	44
4. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	45
4.1. Анализ поведения покупателей.....	45
5.БЕЗОПАСНОСТЬЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	53
5.1. Отходы и неконтролируемые выходы энергии как основные причины негативного воздействия на человека и среду обитания.....	53
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	61
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	62
ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ	

Введение

Ионизирующая радиация опасна не только своей высокой поражающей способностью, но и тем, что радиация не воспринимается нашими органами чувств. Ни один из органов рецепторов человека не способен предупредить его о наличии рядом с ним источника радиации даже самой малой интенсивности. Данным обстоятельством в свое время и воспользовались для сокрытия от жителей нашего государства происходившие радиационные аварии и их последствия. Даже после событий на Чернобыльской АЭС, радиоактивные последствия которого сказались как на странах Европы, так и других стран, еще несколько лет запрещалось иметь на руках у населения приборов для определения и количественной оценки радиоактивной загрязненности своей среды обитания, что безусловно позволило бы ему самому заботиться о своей безопасности. Только с появлением на отечественном рынке в свободной продаже счетчиков ионизирующей радиации (счетчиков Гейгера) обеспечение личной безопасности индивидуума стало доступным. В небольших объемах воздействие радиации сказывается очень замедленным, так как последствия могут возникнуть через годы и десятилетия в следующих поколениях, в виде онкологических заболеваний, всевозможных генетических мутаций и др. Здесь нельзя не вспомнить последствия ядерной бомбежки городов Японии.

При возрастании уровня облучения в организме человека возникают нарушения, которые могут привести его к гибели в считанные дни и часы. Установив повышенный уровень радиации следует немедленно определить его источник. Это может быть скрытно захороненные отходы, содержащие радиационный фон или рентгеновский аппарат, работающий без надлежащей защиты, радиоактивные минералы и т.д. Какова активность обнаруженного излучения? Площадь и конфигурация этого излучения? Чтобы оперативно получить ответы на поставленные вопросы необходимы приборы, способный измерять уровень ионизирующего излучения в цифровой форме.

1. Обзор научно – технической документации по измерителям радиационной загрязненности.

1.1 Классификация и обзор патентов.

Ниже приведен обзор патентов измерителей радиационного загрязнения.

[Патент № 2065179] Жолобов Е.Ф. Зыков А.П. Разин А.А. Яновский В.Н.
[Название] САМОГАСЯЩИЙСЯ ГАЗОРАЗРЯДНЫЙ СЧЕТЧИК β - и γ - ИЗЛУЧЕНИЙ

Используется для измерения радиоактивных изотопов, распадающихся с излучением гамма - квантов и выделением бета-частиц. Сущность: самогасящийся газоразрядный счетчик содержит цилиндрический катод, металлический анод, стеклянный изолятор между катодом и анодом на одном торце цилиндра и входное окно, герметично закрепленное на противоположном торце цилиндра. Корпус состоит из двух цилиндрических частей разной длины. Но с одинаковыми наружным и внутренним диаметрами, причем на их торцах, выполнены кольцевые буртики с наружным диаметром, равным наружному диаметру катода. Между двух цилиндрических частей в свою очередь герметично закреплено входное окно, которое выполнено из металлической фольги толщиной 5-10 микрон.

[Патент №2045076] Маврин В.Р. [Название] ИНДИКАТОР РАДИОАКТИВНОСТИ НА ОСНОВЕ СЧЕТЧИКА ГЕЙГЕРА-МЮЛЛЕРА

[Описание] Используется для измерения радиоактивности излучений в индикаторах с автономным питанием. Сущность изобретения состоит в снижении энергопотребления от источника питания. Для этого в индикаторе радиоактивности, содержащем автогенератор высокого переменного напряжения, выпрямитель с накопительной емкостью, разрядный резистор, счетчик Гейгера-Мюллера, разделительный конденсатор и усилитель-формирователь, нагруженный на блок индикации, автогенератор выполнен

нормально заторможенным, а цепь разрешения генерации подключена к выходу усилителя-формирователя.

[Патент № 2054750] Егоров Г.С.

[Название] ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ БЫТОВОЙ ДОЗИМЕТР

[Описание] Используется для измерения суммарных поглощенных доз ионизирующего, гамма-, бета-, нейтронного и рентгеновского излучений от 10^{-4} Грэй и выше. Сущность изобретения состоит в том, что дозиметр содержит светонепроницаемый корпус с помещенным в него сцинтиллятором, который выполнен в форме сектороидального цилиндра. А фоточувствительным элементом служит консольно закрепленный на острие сектороидального цилиндра фотоактивный нитевидный кристалл, обладающий фотомеханическим эффектом. Устройство считывания показаний выполнено в виде увеличительной оптической линзы и метрической шкалы. При воздействии излучения на сцинтиллятор, вторичное излучение сцинтиллятора отклоняет нитевидный кристалл на некое значение угол, которое зависит от присутствующей дозы ионизирующего гамма -, бета -, нейтронного и рентгеновского излучений.

[Патент № 2059265] Андрющенко Л.А.[UA] Гершун А.С.[UA] Власов В. Г.[UA] Лысова И.В.[UA] Семиноженко В.П [UA] Шершуков В.М.[UA] [Название] СЦИНТИЛЛЯТОР НА ОСНОВЕ ПОЛИОРГАНОСИЛОКСАНОВОГО КАУЧУКА.

[Описание] Используется для детектирования бета -и гамма-излучений. Сущность изобретения: сцинтиллятор выполнен на основе полиорганосилоксанового каучука и содержит катализатор - олово органическое соединение, вулканизирующий агент - этиловый эфир ортокремниевой кислоты, а также первичную и вторичную люминесцирующие добавки.

[Патент № 2167435] Алтухов А.А., Татьяна Н.А., Еремин Н.В и др.

[Название] СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ АЛМАЗНЫХ ДЕТЕКТОРОВ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ.

[Описание] Изобретение предназначено для регистрации ионизирующих излучений с помощью алмазных детекторов. При этом способ создания алмазных детекторов заключается в применении природных алмазов с содержанием азота не более 10^{18} атм/см³ и временем жизни носителей заряда порядка 10^{-9} сек. Природные алмазы раскаивают на пластины толщиной (0,1÷0,2) мм и подвергают их травлению кислородом воздуха в течение нескольких минут при температуре (800 ÷ 900)°С, наносят металлические контакты на противоположные стороны пластины и облучают пластины потоком электронов при температуре не выше 20°С. Технический результат предлагаемого способа состоит в производстве прогнозируемых и моделируемых детекторов различных видов.

[Патент № 2138065] Юкка Кахилайнен (FI) [Название] СПОСОБ

ОБНАРУЖЕНИЯ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ, ДЕТЕКТОР И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛЕВОГО МОП-ТРАНЗИСТОРА В НЕМ. [Описание]

Способ используется для повышения чувствительности и расширения динамического диапазона измеряемых доз посредством воздействия на поверхность плавающего затвора полевого МОП - транзистора. Основа изобретения заключается в формировании открытого участка на поверхности плавающего затвора полевого МОП - транзистора, образующего детектор.

В данном случае на плавающем затворе полевого МОП - транзистор формируется заряд, изменяющийся под действием ионизирующего излучения, которому подвергается транзистор, а доза излучения устанавливается по изменению значения заряде на затворе транзистора.

[Патент № 2174240] Карпов Ю.М., Козлов А.А., Быргазов С.В., Прокофьев

Ф.Н. [Название] ТЕРМОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЙ ДОЗИМЕТР.

[Описание] Предназначен для целей индивидуальной дозиметрии в условиях промышленных предприятий и других объектов. Суть изобретения состоит в том, что на подложке дозиметра в металлических чашках жестко зафиксированы детекторы. При помещении подложки дозиметра в поле ВЧ - индуктора чашки служат индивидуальными нагревателями детектора. Технический результат обеспечивается за счет уменьшения погрешности измерения и повышения чувствительности регистрации.

[Патент № 2071084] Огиенко В.В. Шульц Г.П. Каменев Г.Л. [Название]
ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ЦИФРОВОЙ ДОЗИМЕТР.

[Описание] Дозиметр содержит источник питания, блок детекторов, связанный с импульсным преобразователем, таймер, кварцевый генератор и регистратор. Информационные входы регистратора связаны с информационными выходами формирователей сигналов экспозиционной дозы (ФЭД) и мощности экспозиционной дозы (ФМЭД). Между блоком детекторов и счетными входами ФЭД и ФМЭД включен блок исключения фона, сигналы на выходе которого появляются только в случае превышения входным сигналом порогового уровня.

Кварцевый генератор и таймер обеспечивают синхронную работу блоков дозиметра.

1.2.Классификация счетчиков Гейгера.

Счетчики Гейгера предназначены для регистрации следующих излучений: α , β , γ – ультрафиолетовое, рентгеновское, нейтронное. Однако чувствительность счетчика определяется его конструктивными особенностями, например входное окошко счетчика, предназначенного для измерения α - и мягкого β - излучениям, должно иметь тонкую толщину. С этой целью применяют слюду толщиной в $(3\div 10)$ мкм. Цилиндр счетчика, регистрирующего жесткое β - и γ - излучения, обладает толщиной стенок $(0,05\div 0,06)$ мм. Окошко счетчика для регистрации рентгеновского излучения обычно выполняется на основе бериллия, а ультрафиолетового излучения – на основе кварцевого стекла.

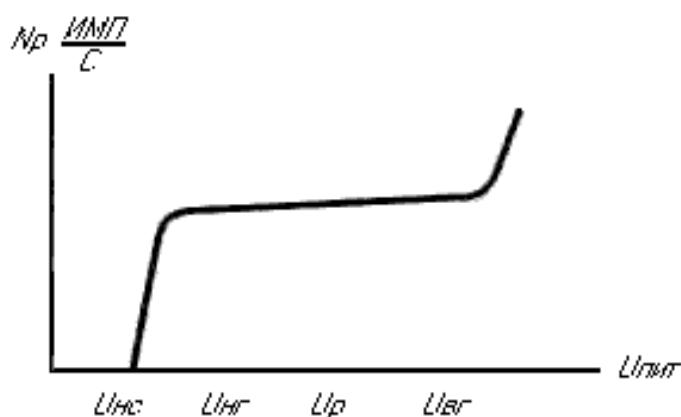


Рисунок 1.1–Изменение скорости счета счетчика Гейгера при различных значениях его питающего напряжения.

В счетчик нейтронов присутствует химический элемент бор, который преобразуется под действием нейтронов, в α - частицы. Фотонные ультрафиолетовые, рентгеновские и γ - излучения счетчики Гейгера регистрируют посредством фотоэффекта, комптон - эффекта, эффекта рождения пар, при этом осуществляется преобразование излучения в поток электронов.

Каждая фиксируемая счетчиком частица излучения формирует на его выходе

электрического импульса, при этом скорость счета счетчика Гейгера, находится в зависимости от значения ионизирующей радиации и его питающего напряжения. Изменение скорости счета счетчика Гейгера при различных значениях его питающего напряжения ($U_{пит}$) приведено на рисунке 1.1. Здесь $U_{нс}$ – напряжение, соответствующее началу счета; $U_{нг}$ и $U_{вг}$ - нижняя и верхняя граница, так называемого плато, на котором скорость счета практически не определяется значением питающего напряжения счетчика. Рабочее напряжение U_p , см. Рисунок 1.1, рекомендуется выбирать на середине участка плато, при этом ему будет соответствовать скорость счета равная N_p имп./сек.

Таблица 1.1

	1	2	3	4	5	6	7
СБМ19	400	100	2	310*	50	19x195	1
СБМ20	400	100	1	78*	50	11x108	1
СБТ9	380	80	0,17	40*	40	12x74	2
СБТ10А	390	80	2,2	333*	5	(83x67x37)	2
СБТ11	390	80	0,7	50*	10	(55x29x23,5)	3
СИ8Б	390	80	2	350-500	20	82x31	2
СИ14Б	400	200	2	300	30	84x26	2
СИ22Г	390	100	1,3	540*	50	19x220	4
СИ23БГ	400	100	2	200-400*	-	19x195	1

Здесь: 1 - рабочее напряжение, В; 2 – плато, то есть участок независимости скорости счета от питающего напряжения, В;

3 – собственный, присущий только ему, фон счетчика, имп/с,;

4 - радиационная чувствительность, имп/мкР (* - по кобальту-60);

5 – амплитудное значение выходного электрического импульса, В;

6 – геометрические размеры: мм - диаметр x длина (длина x ширина x высота);

- 7.1 - жесткое β - и γ - излучение;
- 7.2 - жесткое β - и γ - излучение и мягкое β - излучение;
- 7.3 - жесткое β - и γ - излучение α - излучение;
- 7.4 - γ - излучение.

В таблице 1.1 рассмотрены основные технические характеристики самогасящихся счетчиков Гейгера отечественного производства, которые в наибольшей степени предназначены для бытовых приборов контроля радиационной загрязненности.

1.3 Сравнение методов измерения

Растущая потребность в количественной оценке альфа излучающих радионуклидов в природных образцах, а также при переработке и захоронении ядерного топлива, явилась причиной огромного количества проводимых измерений на суммарное альфа и бета излучение. По существу, измерение суммарной альфа /бета активности стало наиболее распространенным методом мониторинга присутствия радиоактивных изотопов. Во многом интерес к таким измерениям обусловлен необходимостью учитывать альфа и бета радионуклиды. Которые требуются для обеспечения безопасности, при проверке на соответствие нормативным требованиям и при захоронении отходов. Скрининг образцов на суммарную альфа и бета активность может быть также необходим при решении некоторых спорных вопросов в судебном порядке. Традиционно для определения суммарной альфа / бета активности использовались газопоточные пропорциональные счетчики. Однако, по сравнению с жидкостными сцинтилляционными счетчиками (ЖСС), газопоточные счетчики обладают рядом недостатков. Эффективность регистрациями альфа излучения составляет не более 30%, по сравнению с почти 100% у ЖСС. Альфа частицы и, в меньшей степени, бета частицы

ослабляются солями и твердыми отложениями, образующимися при выпаривании образца на подложке. Проверено, что 100 мг твердых отложений приводят к снижению эффективности регистрации альфа излучения с 30% до 10%. При измерении на ЖСС ослабление не является проблемой, так как образец полностью растворяется в сцинтилляционном коктейле. Системы с газопоточными счетчиками не обеспечивают разрешения по энергии. Определить содержание трития в воде при помощи газопоточного счетчика невозможно, так как образец предварительно необходимо выпарить до сухого осадка, при этом весь тритий улетучивается. Недавно компания Packard Instrument представила жидкостной сцинтилляционный счетчик, в котором используется технология анализа спада импульса (АСИ). Система обеспечивает разделение альфа и бета событий в образце на основе длительности световых импульсов, образующихся в жидком сцинтилляторе. Для классификации импульсов на альфа или бета события технология АСИ использует специальный дискриминатор спада импульса, при этом зарегистрированные события соответствующим образом сохраняются в независимых многоканальных анализаторах (МКА).

Жидкостные сцинтилляционные счетчики (ЖСС) с возможностью дискриминации альфа /бета событий завоевывают все большую популярность при скрининге суммарной альфа /бета активности. Наиболее привлекательными особенностями ЖСС являются их близкая к 100% эффективность регистрации альфа излучения; упрощенная процедура подготовки проб для большинства образцов, особенно жидкостей; низкий уровень фона (0.1 имп. /мин в области альфа излучения с энергией 5 МэВ); определенная степень энергетического разрешения; возможность смены образцов. Благодаря преимуществам применения ЖСС с АСИ для дискриминации альфа /бета событий, эта технология является идеальным решением для высокопроизводительного скрининга воды, воздушных фильтров и мазков. Технологию можно также использовать для исследования почвы, а также для выполнения биологического анализа мочи. ЖСС с АСИ является быстрой и простой альтернативой трудоемким альфа

спектрометрическим методам в тех случаях, когда не требуется специфический изотопный анализ. Далее в статье проводится сравнение возможностей трех методов (ЖСС с АСИ, газопроточные счетчики и альфа спектрометрия) с точки зрения применения их для высокопроизводительного скрининга интегральной альфа /бета активности образцов.

1.3.1. Сравнение газопроточных счетчиков, жидкостных сцинтилляционных счетчиков и альфа спектрометрических методов.

В основном для одновременного определения количественного содержания альфа и бета излучающих радионуклидов в одном и том же образце применяются два метода: газопроточные пропорциональные счетчики и ЖСС с дискриминацией альфа /бета импульсов. Химическое разделение и альфа спектрометрия высокого разрешения используются только в тех случаях, когда необходимо провести анализ по отдельным изотомам. Первые два метода находят свое применение при высокопроизводительном скрининге, когда требуется быстрый анализ образца и его количественная оценка. Альфа спектрометрические методы широко применяются для определения присутствия альфа излучающих радиоизотопов в моче. Для альфа спектрометрических исследований требуется длительная процедура подготовки пробы, обеспечивающая разделение исследуемых альфа излучателей от побочных изотопов с близкой энергией альфа излучения, а также позволяющая удалить бета излучающие нуклиды. В силу этого, альфа спектрометрия для высокопроизводительного скрининга образцов обычно не применяется.

Газопроточные пропорциональные счетчики.

Подготовка пробы включает в себя выпаривание образца на подложке до сухого осадка, в котором концентрируются присутствующие твердые включения. Твердые образования, осажденные на планшете, в значительной степени ослабляют альфа излучение. В некоторых случаях, когда в образце

присутствует большое количество материала в виде твердых частиц, требуется этап фильтрации. Присутствие твердого материала даже в миллиграммовом количестве существенно влияет на эффективность регистрации альфа излучения и, в меньшей степени, бета излучения. Кривая зависимости эффективности регистрации от количества примесей и соответствующее ей математическое выражение для альфа излучающего нуклида ^{239}Pu , представлены на рисунке 1.2. После подготовки образца на подложке его помещают под детектор. Типовой газопоточный счетчик состоит из трубки с медным корпусом, обладающим высокой электропроводностью, анодного провода, тонкого майларового окна и входного и выходного газовых патрубков. Счетчик заполняется газом Р 10 (смесь аргона с метаном). Альфа и бета частицы проникают в полость счетчика через окно и ионизируют газ. Из-за наличия разности потенциалов между анодом и катодом эта ионизация вызывает дальнейшую ионизацию (лавинная ионизация). В конечном счете ионы, образованные в результате лавинной ионизации, собираются на аноде и формируют электрический импульс.

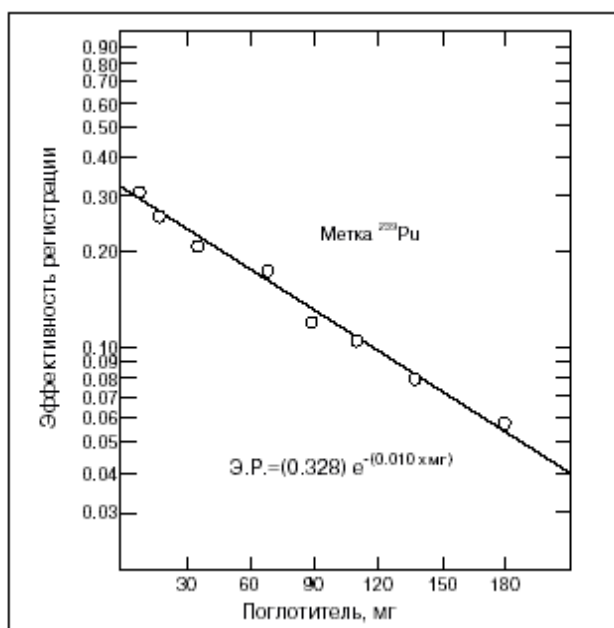


Рисунок 1.2 - Кривая массового ослабления - зависимость эффективности регистрации от толщины слоя поглотителя.

Амплитуда импульса зависит от степени ионизации, вызванной альфа или бета

частицей. Фон, создаваемый космическим излучением, исключается за счет применения охранного детектора и схемы анти совпадений. Разделение альфа и бета излучателей осуществляется по высоте импульсов. Это возможно благодаря тому, что амплитуда импульса, порожденного альфа частицей, примерно в 40 раз больше амплитуды импульса от бета - частицы.

В современных системах импульсный сигнал усиливается, оцифровывается и направляется на многоканальный анализатор (МКА), в котором определены зоны исследования (ЗИ), предназначенные для подсчета альфа и бета событий. Для оптимизации разделения альфа и бета частиц в системе должно быть соответствующим образом выставлены величина высокого напряжения и коэффициент усиления. Количество ошибочно классифицированных частиц составляет $(1\div 3)\%$. Типовая эффективность регистрации составляет 30% при альфа излучения и 40% для бета излучения. При уровне альфа фона $0.05\div 0.5$ имп/мин. Газопоточные пропорциональные счетчики не обеспечивают никакого энергетического разрешения.

Альфа/бета жидкостные сцинтилляционные счетчики.

Второй метод одновременного количественного определения альфа и бета частиц в одном образце состоит в применении жидкостного сцинтилляционного счетчика с АСИ. Технология АСИ (анализа спада импульса) использует для разделения альфа и бета импульсов, специальную электронику для дискриминации времени спада импульса и основана на различии времени, в течение которого спадают импульсы от разного типа частиц в жидком сцинтилляторе. Дискриминатор спада импульсов (ДСИ) оптимизирован для точного разделения импульсов от альфа и бета частиц. Зарегистрированные им импульсы от альфа и бета частиц подаются в отдельные МКА для сбора и анализа спектров. Необходимость применения электроники дискриминации альфа /бета импульсов обусловлена тем, что при измерении в жидком сцинтилляционном коктейле наблюдаемая энергия альфа частицы равна примерно $1/10$ ее кинетической энергии. Таким образом, альфа частицы с энергией 5.00 МэВ регистрируются как симметричный пик с энергией около 500 кэВ. В случае, когда в образце присутствуют как альфа

частицы, так и бета частицы с высокой энергией, различить их по энергии не представляется возможным. Эта ситуация проиллюстрирована на рис.2, где изображены наложенные спектры ^{36}Cl и ^{241}Am . Хотя наблюдаемая энергия альфа частиц соответствует 1/10 их кинетической энергии, эффективность регистрации все равно остается равной практически 100%, так как, несмотря на гашение, регистрируется каждое событие распада.

Технология АСИ обеспечивает возможность разделения альфа и бета событий, несмотря на близость их энергий при измерении на жидкостном сцинтилляционном счетчике. В основу данной технологии положен тот факт, что альфа частицы порождают в коктейле световые импульсы большей длительности, чем бета частицы. Большее количество света, порождаемое альфа частицами, объясняется возбуждением, приводящим к затягиванию начального альфа импульса.

В силу этого световой импульс, образованный альфа частицей, рассеивается более продолжительное время, чем импульс от бета частицы. Разница в длительности альфа и бета импульсов продемонстрирована на рисунке 1.3. Такая особенность спада импульсов позволяет оптимальным образом настроить дискриминатор альфа /бета событий. Для оптимальной настройки дискриминатора не обходимы только чистый альфа излучающий и чистый бета излучающий стандартные образцы.

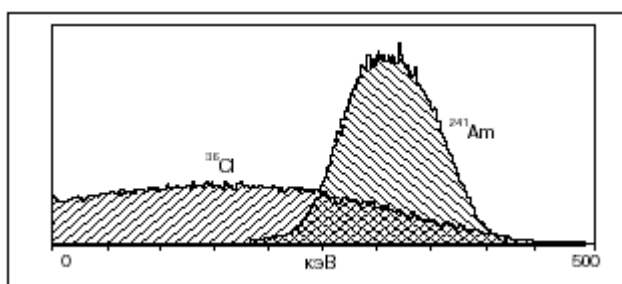


Рисунок 1.3 - Дисплей многоканального анализатора Альфа - / бета
- ЖСС- (^{241}Am) и (^{36}Cl)

Прибор автоматически формирует график относительной частоты попаданий альфа событий в бета МКА и бета событий в альфа МКА. Оптимальная

величина настройки дискриминатора автоматически выбирается в точке пересечения полученных кривых. Типовой график относительной взаимной интерференции приведен на рисунке 1.4. После определения оптимальной величины она заносится в библиотеку и может быть использована с любым протоколом измерения. При оптимальной настройке относительная величина ошибочной классификации событий составляет не более 0.5% для типовых образцов. Как альфа, так и бета МКА обеспечивают определенное энергетическое разрешение. Эффективность регистрации альфа излучения близка к 100%, а уровень фона для альфа МКА в целом составляет 0.5 1.0 имп/мин и 0.1 0.3 имп./мин для оптимизированной области подсчета альфа частиц.

Альфа спектрометрия. Третьим методом, применяемым для регистрации альфа излучения, является альфа спектрометрия. Этот метод обычно применяется для измерения отдельных актиноидов в природных образцах и биологических пробах, а также для непосредственного измерения фильтров [1]. Регистрация излучения осуществляется полупроводниковым кремниевым детектором. Преимуществами альфа спектрометрии являются высокое энергетическое разрешение (15 30 кэВ) и низкий уровень фона (0.003 0.01 имп/мин). Недостатки же метода заключаются в относительно невысокой эффективности регистрации (порядка 25%), а так же в необходимости выполнения при подготовке пробы достаточно трудоемкой процедуры химического разделения, а также осаждения образца.

В основном процедура подготовки пробы построена на последовательных этапах жидкостной экстракции и ионно - обменной хроматографии. Помимо этого в пробу необходимо вводить метку для определения химического выхода. Химическое разделение является крайне ответственной процедурой, так как неверное разделение может явиться причиной некорректной идентификации. Неудачное осаждение приводит к ухудшению энергетического разрешения (смазывание). При этом идентификация отдельных изотопов становится весьма затруднительной, если вообще возможной. Осаждение образца (образец осаждается либо электролитическим

методом, либо при помощи небольшого количества фторида какого либо редкоземельного элемента) важно потому, что излишняя толщина осажденного слоя является причиной самопоглощения и приводит к не корректным результатам. Из-за необходимости выполнения трудоемкой процедуры подготовки пробы, включая химическое разделение и осаждение образца, для высокопроизводительного скрининга альфа спектрометрия обычно не используется. Тем не менее, в дальнейшем сравнении этот метод рассматривается, так как достаточно широко применяется для измерения альфа излучения.



Рисунок 1.4- Типовой график альфа -/бета интерференции (241)Am и (36) С 1.

1.3.2. Количественное сравнение методов измерения

Количественное сравнение различных методов измерения можно провести на основе показателя качества (ПК). ПК выражается как отношение квадрата эффективности регистрации (E2) к уровню фона (В). E2 представляет собой возведенную в квадрат относительную эффективность регистрации, а уровень фона в имп/мин. Для оценки чувствительности трех описанных методов в выражение для ПК вводится дополнительный коэффициент ослабления. Модифицированное выражение для показателя качества при этом приобретает вид: $(E2/V) \times \text{Коэффициент ослабления (КО)}$.

Ослабление обуславливается самопоглощением в источнике и приводит к снижению эффективности регистрации.

Ниже приведено сравнение трех методов по эффективности, уровню фона и величине ослабления. Чувствительность методов можно сравнить, воспользовавшись показателем качества, модифицированным с учетом ослабления:

$$(E2/B) \times (KO)$$

Газопроточные пропорциональные счетчики 7350

ЖСС с АСИ 36200

Альфа спектрометрия 208333

Для вычисления ПУ для ЖСС с АСИ был взят уровень фона 1.0 имп/мин. ПК для газопроточных пропорциональных счетчиков и альфа спектрометрии вычислялся с уровнем фона 0.05 и 0.003 имп/мин соответственно. Эффективность регистрации взята из таблицы 1.2. Из полученных данных видно, что для высокопроизводительного скрининга смешанных альфа/ бета образцов метод ЖСС с АСИ обеспечивает достаточно высокую чувствительность рисунок 1.5. Хотя этот метод характеризуется меньшей величиной показателя качества, чем альфа спектрометрия, для него не требуется такой трудоемкой процедуры подготовки пробы. В случае необходимости, первоначальный скрининг методом ЖСС может сопровождаться альфа спектрометрическими измерениями для образцов, обладающих альфа активностью. Другим параметром для сравнения методов является минимальная детектируемая активность (МДА). Для ее вычисления использовалось выражение, приведенное на рис.5. Сравнение вычисленных величин МДА для времени измерения 30 и 100 минут и объема образца 10 мл приведено на рис.6. При вычислении МДА использовался следующий уровень фона: ЖСС 0.25 имп/мин; газопроточный счетчик 0.05 имп/мин; альфа спектрометрия 0.003 имп/мин. Величина ослабления и эффективность регистрации взяты из таблицы 1.2. Приведенные данные свидетельствуют о том, что при одинаковом объеме образца метод ЖСС обеспечивает МДА,

сравнимую с альфа спектрометрией и существенно меньшую, чем для газопоточных счетчиков.

Производительность. Наиболее важным фактором, определяющим производительность скрининговых исследований, является время, необходимое для подготовки проб, их измерения и достижения требуемой МДА. Скрининговые измерения суммарной альфа / бета активности охватывают исследования различных типов образцов, включая фильтры (мониторинг воздуха или исследование мазков), воду, твердые материалы и пробы мочи. Процесс подготовки пробы для газовых пропорциональных счетчиков требует концентрирования, выпаривания и растворения в кислоте для образцов жидкости. Твердые образцы готовятся путем влажного или сухого озоления.

Наиболее трудоемкой является процедура подготовки пробы для альфа спектрометрии, так как в этом случае необходимо выполнить химическое разделение и/или хроматографию, а также нанести образец в виде тонкой пленки на подложку. Как правило, таким способом образуются пробы мочи [2]. Для проведения скрининговых исследований данный метод практически непригоден. С точки зрения подготовки пробы метод ЖСС требует минимальное время и минимальное количество операций. Основным требованием любой методики подготовки пробы для ЖСС является гомогенность (растворимость) образца и возможность смешивания его со сцинтилляционным коктейлем. Жидкие образцы можно добавлять непосредственно в коктейль. При подготовке проб твердых материалов применяется озоление, элюция или растворение. Даже в случае необходимости применения озоления или растворения процедура подготовки пробы сокращена, так как после растворения образца его обычно добавляют непосредственно в коктейль. Большинство процедур подготовки пробы для ЖСС занимают менее шести часов, и, таким образом, общее время, затрачиваемое на образец, не превышает 24 часа. Помимо этого, альфа /бета ЖСС семейства Tri Carb обеспечивают автоматическое измерение 408 больших (20мл) или 720 малых (4 или 7 мл) флаконов. Быстрые и простые

процедуры подготовки пробы для ЖСС стандартизованы. Методики подготовки проб для газопоточных счетчиков или альфа спектрометрии адаптируются для ЖСС и упрощаются. Благодаря высокой эффективности регистрации метод ЖСС обеспечивает чувствительность при измерении образца объемом 1 литр близкую, если не большую, чем альфа спектрометрические методы.

Таблица 1.2

	Альфа фон (имп/мин)	Альфа эффективность регистрации	Ослабление
Газопоточные пропорциональные счетчики	0.05 - 0.5	35%	0.30
ЖСС (с АСИ)	0.1 - 1.0	95%	нет
Альфа-спектрометрия	0.003 - 0.01	25%	нет (при соответствующей подготовке пробы)

Таблица 1.3

$МДА = [2.71 + (4.65 \cdot B^{1/2})] / (2.22 \cdot T \cdot E \cdot KO \cdot V \cdot Y)$	
где:	
B	= суммарное количество импульсов для соответствующего неактивного регента
T	= время измерения в минутах
E	= эффективность регистрации
KO	= коэффициент ослабления (если применимо)
V	= объем образца (если применимо) в литрах
Y	= химический выход (если применимо)
Вычисленная по данной формуле величина выражена в пКи/л	

Особая значимость выполнения требований по МДА объясняется тем, что на основе этого параметра принимается решение о необходимости дальнейшей обработки образца. Если суммарная альфа активность не превышает 15 пКи/л (исключая радон и уран), или суммарная бета активность не превышает 50 пКи/л, то большинство образцов не требуют дальнейших исследований, так

как соответствуют требованиям нормативных документов. Такие величины рекомендованы Агентством по охране окружающей среды для питьевой воды (National Interim Primary Drinking Water Regulations). Таких величин МДА легко достичь с помощью метода ЖСС с АСИ. Например, при измерении неконцентрированного водного образца объемом 10 мл в течение 60 минут достигается МДА по альфа излучению 16.4 пКи/л (эффективность регистрации 95%, оптимизированный фон 0.25 имп/мин, надежность 95.5%). Для получения той же МДА на газопоточном счетчике время измерения составит примерно 400 минут (эффективность регистрации 35%, коэффициент ослабления 0.5, уровень фона 0.05 имп/мин). Разница между двумя методами может быть даже больше, так как примененная оценка коэффициента ослабления занижена. Время, необходимое для достижения требуемой МДА, является важным параметром для биологических исследований мочи, так как в соответствии с распоряжением 5480.11 Министерства энергетики США предлагается использовать пределы детектирования, указанные в ANSIN13.30 и составляющие 0.1 пКи/л для урана и 0.06 пКи/л для плутония.

	пКи/л (Бк/л) 30 минут	пКи/л (Бк/л) 100 минут
Газопоточные пропорциональные счетчики	120.2 (4.4)	56.2 (2.1)
ЖСС (с АСИ)	24.4 (0.9)	12.3 (0.5)
Альфа-спектрометрия	24.7 (0.9)	9.5 (0.4)

Рисунок 1.5- Вычисление МДА (альфа).

При помощи метода ЖСС с АСИ (эффективность регистрации 95%, фон 0.25 имп/мин) достигают значение МДА по альфа излучению, равное 0.12 пКи/л. При этом время измерения составляет 100 минут, начальный объем образца 1 л и 0.09 пКи/л по сравнению с альфа спектрометрией ((эффективность регистрации 25%, оптимизированный фон 0.003 имп/мин. Метод ЖСС с АСИ

позволяет осуществить сравнение величин МДА для аналогично подготовленных проб и обеспечивает принятие решения о проведении дальнейших исследований методами альфа спектрометрии высокого разрешения.

Обобщение трех методов. В таблице 1.4 приведено сравнение трех рассмотренных методов по нескольким параметрам. Метод ЖСС позволяет измерять образцы объемом до 10 мл непосредственно или после обработки при помощи химического разделения, концентрирования или осаждения. Независимо от методики подготовки пробы метод ЖСС с АСИ обеспечивает очень высокую чувствительность анализа благодаря близкой к 100% эффективности регистрации и низкому уровню фона альфа МКА (<1.0 имп/мин для всего МКА).

Функция смены образцов, реализованная в альфа /бета ЖСС Packard Tri Carb TR/AB, позволяет измерять 720 проб объемом 7 мл или 408 проб объемом 20 мл без участия оператора.

Некоторые модели газопоточных пропорциональных счетчиков оборудованы устройствами смены образцов емкостью до 240 образцов. Альфа спектрометрические методы позволяют измерять только один образец одновременно без возможности подключения устройства смены образцов.

Таким образом, метод ЖСС обладает наибольшими возможностями по организации автоматического измерения образцов без участия оператора. Благодаря возможности автоматического выбора протокола ЖСС семейства Packard Tri Carb TR/AB позволяют автоматически измерять самые разнообразные образцы, используя для каждого из них собственный протокол измерения. Например, в протоколах можно описать условия измерения, необходимые для исследования различных образцов, включая образцы воды, воздуха, мочи или почвы.

	ЖСС	Пропорциональные счетчики	Альфа-спектрометрия
МДА (пКи/л) (параметры взяты из рис.6; время измерения - 100 минут)	12.3	56.2	9.5
Количество образцов	408-720	≤240	1 на детектор
Автоматический выбор протокола	да	нет	нет
Количественное определение трития	да	нет	нет
Дискриминация по энергии	да	нет	да (альфа)
Ошибочная классификация (%)	≤0.5 (оптимальные условия)	1 - 3	разделены

Другим преимуществом метода ЖСС является возможность количественного определения трития, особенно в воде и образцов, получаемых при поверхностном мониторинге. Альфа спектрометрические методы не позволяют определить количественное содержание трития. Газопроточные пропорциональные счетчики позволяют количественно измерять тритий только при снятом входном окне. И даже в этом случае эффективность регистрации остается крайне низкой. Помимо этого необходимо учитывать загрязнение детектора. ЖСС с АСИ позволяет измерять тритий в мазках и воде, при одновременном определении альфа активность. По существу, в низкофоновом режиме при непосредственном добавлении образца в коктейль, возможно получить МДА по тритию, меньшую 10 Т.У./л (71.9 расп/мин/л). Альфа спектрометрия обеспечивает разрешение по альфа излучению 15 30 кэВ, но не позволяет разделить альфа и бета события. Газовые пропорциональные счетчики разделяют альфа и бета излучения, однако не обладают разрешающей способностью по энергии. ЖСС/АСИ обеспечивают как дискриминацию альфа /бета частиц, так и определение энергии альфа /бета излучения. Энергетическое разрешение по альфа излучению составляет 400 500 кэВ (ПШПВ), а энергетическое разрешение по бета излучению не отличается от обычных ЖСС.

Важным параметром при скрининговых исследованиях альфа /бета образцов

является количество неверно классифицированных альфа или бета событий. В альфа спектрометрии используется методика физического разделения альфа и бета излучающих радионуклидов. Газовые пропорциональные счетчики способны различать альфа и бета частицы с вероятностью попадания альфа события в бета канал не более 3% и бета события в альфа канал не более 1%.

При оптимальных условиях метод ЖСС/АСИ позволяет обеспечить уровень взаимной интерференции не более 0.5%. Это может оказаться существенным в том случае, когда велика частота попаданий бета событий в альфа канал. При прямом добавлении в коктейль метод позволяет исследовать на альфа активность образцы, бета активность которых в 200 раз превышает альфа активность. [3] Точное определение альфа активности при 10000 кратном превышении бета активности возможно с применением экстракционных сцинтилляторов. [4]

2. Функциональная и принципиальная схемы цифрового измерителя радиационной загрязненности.

2.1 Исходные данные и параметры цифрового измерителя радиационной загрязненности.

Из анализа технического задания на разработку приведем исходные данные и параметры, которыми должен обладать цифровой измеритель:

Счетчик Гейгера	СБМ 20
Рабочее напряжение, В	400
Область плато, В	100
Собственный фон счетчика, имп/с, не более	1
Радиационная чувствительность счетчика, имп/мкР (* - по кобальту-60)	78
Амплитуда выходного импульса, В, не менее	50
Габариты, мм – диаметр x длина (длина x ширина x высота)	11x108
Измеряемое излучение	Жесткое β - и γ – излучение
Емкость счетчика электрических импульсов	4 десятичных разрядов
Выходное отображение результатов	На основе К176ИЕЗ (счетчик по модуль 6 с дешифратором) и индикатор ИВ-3А
При переполнении электрических импульсов: звуковое и световое оповещение	На основе “телефона” ЗП-1 и светодиоде
Элементная база	176 серия
Точность оценки радиационного загрязнения	≤ 40 Бк / кг

2.2 Функциональная схема цифрового измерителя радиационной загрязненности.

Датчиком радиации в измерителе служит счетчик Гейгера типа СБМ20, реагирующий на гамма - и мягкому бета - излучениям. Характерной особенностью данного счетчика является то, что он реагирует на естественный радиационный фон в виде случайных электрических импульсов, следующих со средней скоростью $N_{\text{рад}} = (20 \div 25)$ имп/мин, причем скорость счета имеет линейную зависимость от значения уровня радиации. Электрическая схема включения счетчика Гейгера приведена на рисунке 2.1. В настоящее время счетчики Гейгера-Мюллера (или как их еще называют счетчики Гейгера), имеют широкое распространение в качестве первичных датчиков (детекторов) ионизирующего излучения. Конструктивно счетчик Гейгера представляет собой вакуумированный герметичный баллон-цилиндр (обычно стеклянный или металлический) с двумя электродами, который заполняется газовой смесью, состоящей из ионизируемых атомов неона и аргона.

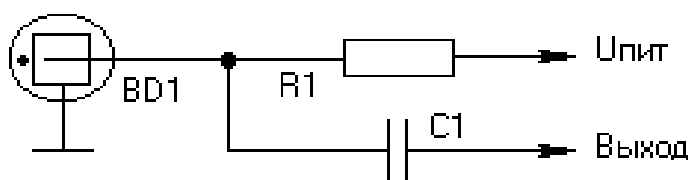


Рисунок 2.1 - Схема включения счетчика Гейгера.

Счетчики Гейгера регистрируют внешнее ионизирующее излучение всей поверхностью, но существуют и такие, в которых в герметичном баллоне-цилиндре предусматривается специальное окошко для регистрации излучения. Напряжение питания, заданного по техническому заданию счетчика СБМ20, выбирается равным $U_{\text{пит}} = (360 \div 440)$ В.

Для проведения измерения с высокой точностью и обеспечения возможности отслеживания динамики процесса излучения, необходимо вычислять частоту следования электрических импульсов от датчика-детектора.

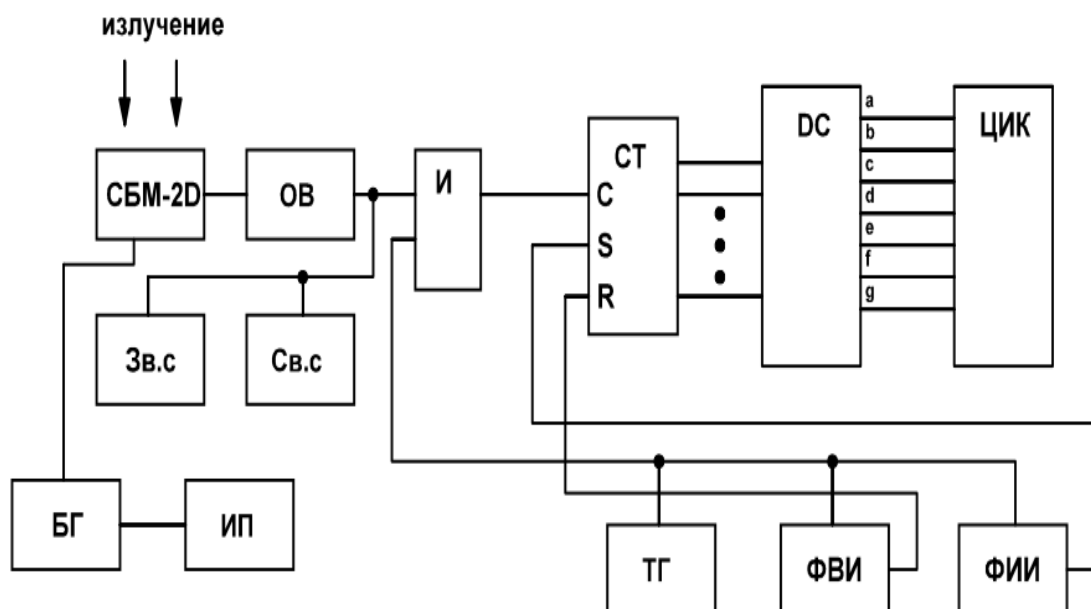
Численное значение частоты вычисляется как результат деления некоторой константы на текущее значение периода следования электрических импульсов, не прекращая сам процесс измерения, что важно при исследовании сигналов с изменяющейся частотой.

Предлагаемый метод позволяет производить непосредственно операцию деления, тем самым получить большую точность. В основу предлагаемого метода положен принцип счетчика на основе СБМ.

Принцип действия устройства основан на методе, при котором детектор, работающий в таком режиме, будет являться пропорциональным счетчиком, поскольку импульсы напряжения, снимаемые со счетчика, пропорциональны числу первоначально возникших ионов.

Функциональная схема цифрового измерителя радиационной загрязненности приведена на рисунке 2.2.

Сигнал с выхода Счетчика Гейгера подается на одновибратор ОВ, где осуществляется формирование цифровых импульсных сигналов для двоично-десятичного счетчика СТ и для звуковой и световой сигнализации, соответственно Зв.с и Св.с наличия радиации. Формирователь измерительного интервала ФИИ является устройством, задающим образцовый временной интервал для работы схемы совпадения И, а формирователь времени индикации ФВИ служит источником времени отображения цифрового значения измеренной радиации путем обнуления двоично-десятичного счетчика СТ.



СБМ- счетчик Гейгера

ОВ- одновибратор

И- схема совпадения

БГ- блокинг-генератор

СТ- двоично-десятичный счетчик

DC- дешифратор 2/10

ЦИК- цифровой индикатор (вакумный монолитный семиэлементный)

ТГ- тактовый генератор

ФВИ- формирователь времени индикации

ФВИ- формирователь измерительного интервала

Зв.с и Св.с - звуковая и световая сигнализация

ИП- источник питания

Рисунок 2.2 - Функциональная схема цифрового измерителя радиационной загрязненности.

Тактовый генератор ТГ синхронизирует работу формирователей ФВИ и ФВИ. Дешифратор DC преобразует десятичный код на выходе СТ в семиэлементный код, необходимый для работы цифрового индикатора ЦИК. Источник питания ИП и блокинг-генератор БГ служат для питания счетчика Гейгера СБМ. На рисунке 2.3 приводится функциональная схема цифрового индикатора ЦИК.

2.3 Разработка принципиальной схемы цифрового измерителя.

Принципиальная схема цифрового измерителя радиационной загрязненности, в дальнейшем – цифровой дозиметр, осуществляющего измерение ионизирующего излучения в ЕРФ - в единицах естественного радиационного фона ($D_{\text{ф}} = 15 \text{ мкР/ч}$), приведена на рисунке 2.4. В цифровом дозиметре детектором радиации ВД1 служит (это оговорено в техническом задании) счетчик Гейгера типа СБМ20, регистрирующий γ - и жесткое β -излучения. Так, на десятикратное увеличение значений уровней излучения, счетчик СБМ20 ответит десятикратным увеличением скорости счета, то есть до $N_{\text{рад}} = (200 \div 250) \text{ имп./мин.}$ относительно $N_{\text{а}} = (20 \div 25) \text{ имп./мин.}$ Здесь $N_{\text{а}}$ представляет результат реакции счетчика Гейгера на естественный радиационный фон. Следует заметить, что прямо пропорциональная зависимость преобразования $N_{\text{рад}} \leftrightarrow D_{\text{рад}}$, не соблюдается при очень больших значениях уровней радиации, то есть с появлением значительного количества электрических импульсов, с малым периодом следования.

Согласно технического паспорта на счетчик Гейгера типа СБМ20 максимальная скорость счета равна $N_{\text{max}} = 4000 \text{ имп/с.}$ Причем полагая, что он позволяет обеспечить линейность преобразования $N_{\text{рад}} \leftrightarrow D_{\text{рад}}$ в диапазоне до 2000 имп/с, можно смело утверждать, что и по скорости счета можно будет регистрировать радиационные излучения в динамическом диапазоне $D_{\text{рад}} = (1 \div 5000) D_{\text{ф}}$. Такой динамический диапазон вполне достаточен для бытового цифрового измерителя радиационной загрязненности.

Выше говорилось, что рекомендуемое питающее напряжение счетчика Гейгера типа СБМ20 должно иметь значение $U_{\text{пит}} = (360 \div 440) \text{ В.}$ Источник питания на такое значение напряжения представляет собой устройство, преобразующее напряжение батареи, питающей весь цифровой измеритель-дозиметр, в высокое напряжение $U_{\text{пит}}$ на аноде счетчика Гейгера, построено

на блокинг-генераторе (VT1 и др.). На повышающей обмотке I трансформатора блокинг-генератора вырабатывается электрический импульс длительностью $(5 \div 10) \mu\text{с}$ и амплитудным значением $(440 \div 450) \text{В}$, который посредством диодов VD1, VD2, заряжает конденсатор C1. При этом частоту следования электрических импульсов блокинг-генератора можно вычислить как $F = 1/2R_6 \cdot C_3 = 40 \text{ Гц}$.

Цифровой индикатор ЦИК, функциональная схема которого рассмотрена на рисунке 2.3, выполнен на трех десятичных счетчиках с дешифратором СТ2+ДС типа К176ИЕ3. Микросхема К176ИЕ3 представляет собой комбинацию счетчик по модулю 6 с дешифратором и служит для вывода информации на цифровые вакуумные люминесцентные сверхминиатюрные индикаторы ИВ-3А. Индикаторы ИВ-3А предназначены для формирования десяти цифр значениями от 0 до 9 и десятичного знака (точки) из отдельных светящихся сегментов (элементов), расположенных в одной плоскости и имеет нумерацию выводов и электрические параметры, приведенные в Демонстрационном материале в Приложении. Принцип действия вакуумных люминесцентных индикаторов основан на свечении люминофорного покрытия, нанесенного на аноды сегменты, при соударении с электронами. Основные данные индикатора ИВ-3А приведены ниже в Таблице 2.1.

Преобразователь напряжения (ПН) предназначен для питания накальных цепей индикаторов ИВ-3А напряжением $(0,7 \dots 1,0) \text{В}$ и током $(40 \dots 50) \text{мА}$ и выполнен, рисунок 2.4, на элементах VT3, VT4, DD9, T2, R9, R10. ПН представляет собой симметричный мультивибратор с трансформаторной нагрузкой. Счетчик СТ2 на микросхеме К176ИЕ1 служит для управления десятичными точкам индикаторов.

Исходя из функциональной схемы, рассмотрим подробнее принципиальную схему измерителя радиационного загрязнения. Счетный узел цифрового измерителя состоит из трех десятичных счетчиков на интегральных схемах (ИС) DD4, DD5, DD6, цифровых индикаторов на HG1, HG2 и HG3 которых отображают значения, соответственно, «единиц», «десятков» и «сотен», и одного двоичного счетчика на ИС DD7, отображающего значения

«тысяч». Выходы десятичных счетчиков DD4÷DD6 подключены к соответствующим им сегментам индикаторов HG1÷ HG3. А выходы двоичного счетчика на ИС DD7 в свою очередь соединены с десятичными точкам данных индикаторов, на которых «тысячи» индицируются в двоичном коде в виде следующих символов: $\circ\circ\circ$ - «0»; $\circ\circ*$ - «1»; $\circ*\circ$ - «2»;...; $**\circ$ - «6»; $***$ - «7», где \circ - символ, означающий, что точка не светится, а символ $*$ показывает, что точка светится. Таким образом информационная емкость счетного узла цифрового измерителя возрастает до значения равного «7999». Счетчик, выполненный на ИС DD3, используется для формирования единицы измерения разработанного прибора. При нахождении счетчика Гейгера в условиях соответствующих нормальному радиационному фону, в течении действия измерительного интервала равного $t_{изм} = 39$ с (что соответствует длительности логического нуля на выходе M счетчика DD1), на вход счетчика на ИС DD3 поступает в среднем $N_f \cdot 39/60 = (20 \div 25) \cdot 39/60 = 16$ импульсов. Таким образом в нормальном состоянии, при $N_{рад} = N_f$ на цифровом индикаторе фиксируется число равное «000», в случае $N_{рад} < 16$, или «001», если $16 < N_{рад} < 32$. Время измерения равное $t_{изм}$, сформированное в формирователе измерительного интервала ФИИ на ИС DD1, выбрано так, чтобы изменения значения N_f практически не превышали его удвоенного значения.

По окончании измерительного интервала $t_{изм}$, осуществляется отображение в течении $t_{инд} = 3$ сек. цифрового результата измерения.

Продолжительность отображения-демонстрации задается в формирователе времени индикации ФВИ, выполненном на счетчике ИС DD2.

На время $t_{инд}$ вход счетного узла отключается и включается устройство (VT3, VT4 и др.), преобразующее напряжение питания, применяемых ИС, в низкое напряжение питания 0,8В, частотой 32768 Гц и формой в виде меандра, необходимого для цепей питания накалов люминесцентных индикаторов.

По окончании времени индикации $t_{инд}$ все счетчики цифрового измерителя обнуляются, то есть устанавливаются начальное исходное состояние, что обеспечивает начало очередного измерения.

длительностью $(5 \div 10)$ мкс и значением амплитуды в пределах 420 В, которые посредством диодов VD1, VD2, осуществляют заряд конденсатора C1, который как раз и служит источником питания счетчика Гейгера.

Экономия энергии источника достигается путем установления между импульсной паузы в его блокинг-генераторе, одновибратором, выполненным на ИС DD10.3, DD10.4 и R7, C7 др., и работающим в режиме микротока [2].

Продолжительность паузы в блокинг-генераторе имеет значение длительности равную $t_p = R7 \cdot C7$.

Блокинг-генератор вырабатывает импульс подпитки конденсатора C1, если на входе 2 элемента DD10.3 появляется провоцирующий его электрический импульс.

Каждая ионизирующая частица, возбуждающая счетчик Гейгера, становится причиной короткого лавинообразно развивающегося разряда.

Возникающие на нагрузке счетчика, представленной резистором R1, электрические импульсы напряжения, далее поступают на одновибратор, который выполнен на ИС DD10.3, DD10.4 и других элементах.

Назначение одновибратора состоит в формировании из них цифровых прямоугольных импульсов длительностью $t_{ф1} = R7 \cdot C7 = 0,2$ мс и амплитудой, соответствующей логическим уровням КМОП-ИС.

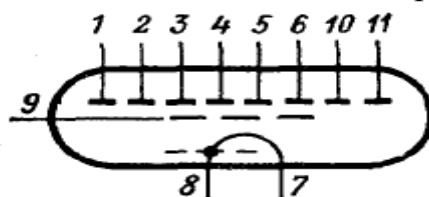
Светодиод HL1, который загорается только в случае переполнении трех десятичных счетчиков, выполненных на ИС DD4, DD5, DD6 и обеспечивает световую сигнализацию высокого значения уровня излучения.

Поэтому он должен обладать красным свечением и возможно большей яркостью, например светодиоды типа АЛ307КМ или АЛ307ЛМ.

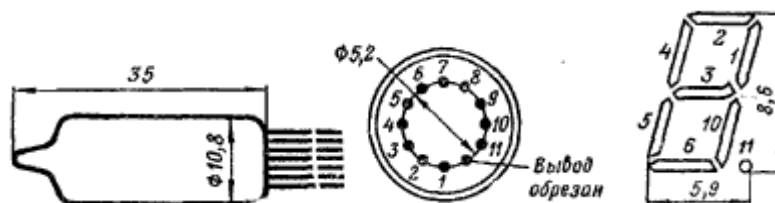
Параметры трансформатора T1 выбраны таким, образом чтобы в случае разряда батареи питания, питающее напряжение счетчика Гейгера оставалось в пределах линейного участка (плато) его счетной характеристики.

Таблица 2.1

Цоколевка выводов индикатора ИВ-3А



Внешний вид и геометрические размеры индикатора.



Характеристики индикатора

Яркость свечения - **500 кд/м2**

Цвет свечения - **Зеленый**

Напряжение анода и сетки - **20 В**

Напряжение накала - **0.8 В**

Суммарный ток анодов - **0.3 мА**

Ток сетки - **3 мА**

Ток накала - **30 мА**

Минимальная наработка - **10000 ч**

Масса - **7 г**

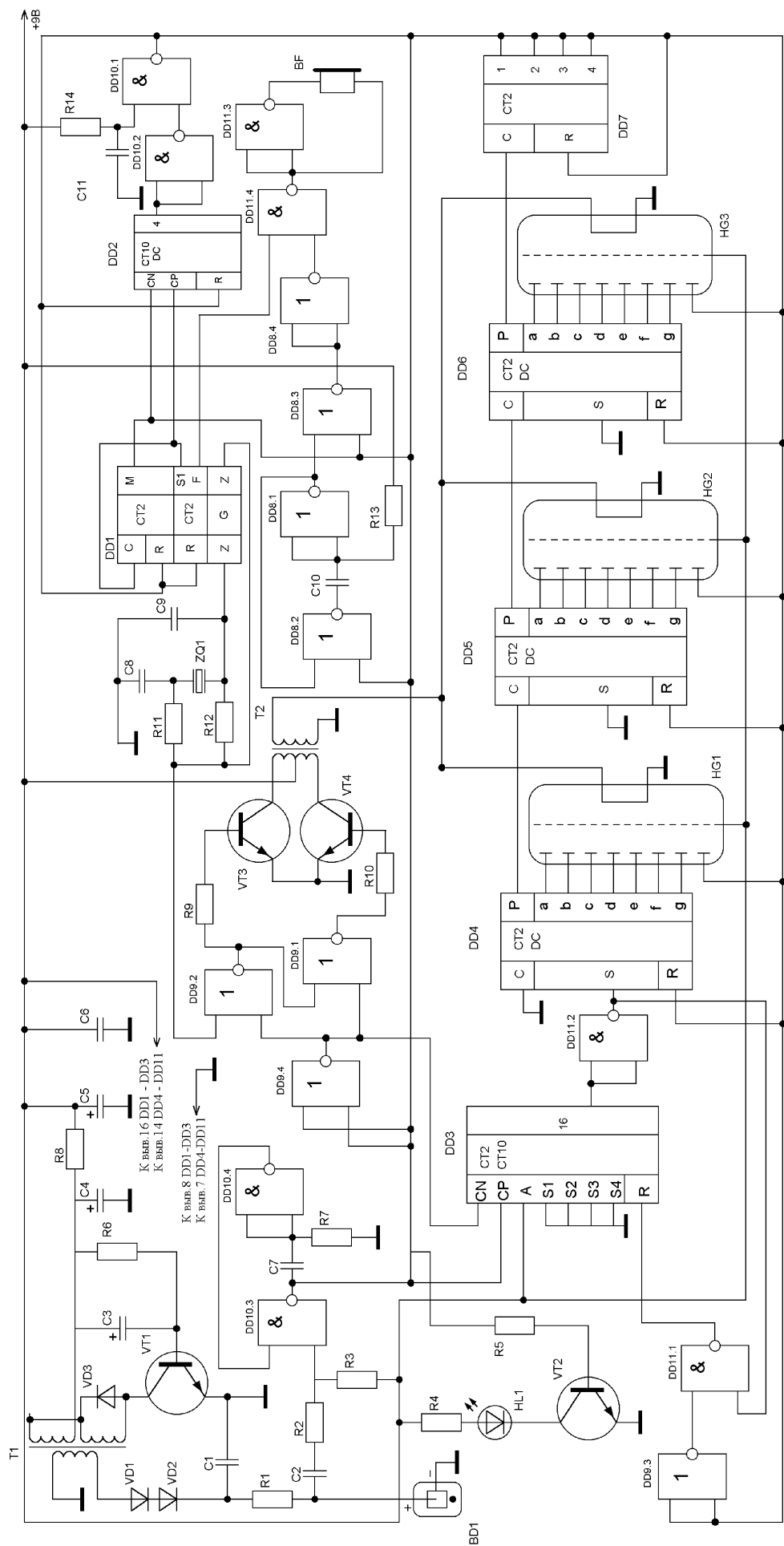


Рис. 2.4 Принципиальная схема

Обозначение	Наименование	Кол.-во
BD1	Счетчик Гейгера, СБМ-20	1
BF	Пьезоизлучатель (акустический резонатор) ЗП-1	1
	Конденсаторы К50-16 ОЖО.464.111 ТУ	
C1	К10-17а-М75-2000 пФ $\pm 10\%$	1
C2	К10-17а-М75-10 пФ $\pm 10\%$	1
C3	К10-17а-Н50-3.3 мкФ $\pm 20\%$	1
C4	К10-16-Н50-68 мкФ $\pm 20\%$	1
C5	К10-16-Н50-33 мкФ $\pm 20\%$	1
C6	К10-17а-Н50-0,15 мкФ $\pm 20\%$	1
C7	К10-17а-М75-1200 пФ $\pm 10\%$	1
C8	К10-17а-М75-30 пФ $\pm 10\%$	1
C9	К10-17а-М75-10 пФ $\pm 10\%$	1
C10	К10-16а-Н50-0,015 мкФ $\pm 20\%$	1
C11	К10-16а-Н50-0,015 мкФ $\pm 20\%$	1
	Двоичные счетчики	
DD1	К176ИЕ12 бк0.348.457 ТУ3	1
DD2	К176ИЕ8 бк0.348.457 ТУ3	1
DD3	К176ИЕ2 бк0.348.457 ТУ1	1
DD4-DD6	К176ИЕ3 бк0.348.457 ТУ3	3
DD7	К176ИЕ1 бк0.348.457 ТУ1	1
DD8,D9	К176ЛЕ5 бк0.348.457 ТУ3	2
DD10, DD11	К176ЛА7 бк0.348.457 ТУ3	2

HG1,HG2 ,HG3	Люминесцентный вакуумный индикатор ИВ-3НТД 0.300.008 ТУ1	3
HL1	Светодиод АЛ307А ДР3.122.030 ТУ	1
	Резисторы С2-29В ОЖО.467.130 ТУ	
R1	C2-29В-0,125-15МОм±1%	1
R2	C2-29В-0,125-180КОм±1%	1
R3	C2-29В-0,125-3МОм±1%	1
R4	C2-29В-0,125-1КОм±1%	1
R5	C2-29В-0,125-62КОм±1%	1
R6	C2-29В-0,125-39КОм±1%	1
R7	C2-29В-0,125-180КОм±1%	1
R8	C2-29В-0,125-20Ом±1%	1
R9	C2-29В-0,125-62КОм±1%	1
R10	C2-29В-0,125-67КОм±1%	1
R11	C2-29В-0,125-270КОм±1%	1
R12	C2-29В-0,125-15МОм±1%	1
R13	C2-29В-0,125-270КОм±1%	1
R14	C2-29В-0,125-150КОм±1%	1
T1	Трансформатор ТПП209-220-50	1
T2	Трансформатор ТПП227-220-50	1
VD1,VD2	Диод КД102А ДР3.362.029 ТУ	2
VD3	Диод КД510А ДР3.362.029 ТУ	1
VT1,VT2, VT3,VT4	Биполярный транзистор КТ3102Е ЖК3.365.200 ТУ	4
ZQ1	Резонатор кварцевый РПК.01-52768кГц	1

2.4.Порядок проведения измерений радиационной загрязненности.

В каждом конкретном случае измерения необходимо проводить по методике, приводимой в инструкции по применению прилагаемой к каждому дозиметру. При работе необходимо не касаться исследуемых объектов как руками так и дозиметром, ибо это ведет к его загрязнению прибора и искажению результатов измерения. С целью устранения загрязнения дозиметр обычно располагают в прозрачном полиэтиленовом чехле.Проверку его работоспособности проводят без использования специальных источников, путем поднесением дозиметра обычно к древесной золе или калийному удобрению весом не более 1 кг. Например, от березовой древесной золы гамма - фона составлять $(10 \div 20)$ мкР/ч.При использовании дозиметров следует следить за состоянием источников питания и регулярно проверять его работоспособность. Только в этом случае они обеспечат точную оценку состояния окружающей среде и во время просигнализировать о наличии радиационного излучения.

Дозиметрические приборы градуируются относительно источника цезия- 137. В пределах погрешности измерения приборов для перехода от мощности эквивалентной дозы (дозы) к мощности экспозиционной дозы (дозе) принимают коэффициент равный 100, то есть $1 \text{ мкЗв/ч} = 100 \text{ мкР/ч}$ или $1 \text{ мкЗв} = 100 \text{ мкР}$. Результаты измерений дозиметра отличаются от одного измерения (флуктуируют) к другому в связи со случайным характера процесса радиоактивного распада, причем, чем меньше измеряемое значение, тем больше эти отличия.

Для повышения точности измерения следует увеличивать время измерения, а в дозиметрах с фиксированным временем измерения рекомендуется проводить измерения 3...10 раз.

Разработанный цифровой дозиметр достаточно прост в обращении и не требует от владельца какой-либо специальной подготовки.

Редкое пощелкивание акустических импульсов, следующих один за другим без видимого порядка, отсутствие тревожной сигнализации (вспышек светодиода и звуки извлечения пьезоизлучателя) говорят о том, что прибор находится в условиях естественного радиационного фона. Данное фоновое пощелкивание не зависит от времени суток, сезона и местоположения дозиметра. Однако уменьшается под землей и возрастает в горах.

Увеличение скорости счета при перемещении дозиметра или срабатывании тревожной сигнализации говорит о том, что он находится в пределах действия источника радиации искусственного происхождения.

Расположение данного источника, конфигурацию его излучения определяется поворотами дозиметра или его перемещением в разные стороны, при этом направление на источник определяется по тому, как возрастает скорость счета. Если источник радиации имеет небольшие геометрические размеры, например, меньше чем сам дозиметр, то необходимо осуществлять сканирование подозрительных мест. Что обеспечивается путем перемещения дозиметра, постоянно изменяя направление его движения в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Таким образом, положение невидимого простым глазом источника радиоактивности можно определить с точностью до $(2\div 3)$ мм.

2.5. Метрологическое обеспечение эксплуатации измерителя.

Предприятия ремонта радиоэлектронной аппаратуры (РЭА), а разработанный цифровой дозиметр относится именно к такой аппаратуре, оснащают различного рода технологическим оборудованием и контрольно-измерительной аппаратурой (КИА). С целью поддержания требуемых параметров КИА в процессе эксплуатации необходимо проведение ее метрологической поверки. К эксплуатации должна допускаться только та КИА, которая признана по результатам поверки годной к применению. Поверка должна осуществляться в соответствии со стандартами на методы и средства поверки, методическими указаниями, инструкциями или методиками по поверке и пр.

Используемое для поверки РЭА оборудование КИА обычно имеет три группы нормируемых метрологических характеристик. Первая группа описывает технические характеристики КИА в нормальных условиях эксплуатации, вторая – показывает степень влияния изменений условий эксплуатации по отношению к нормальным. В третьей группе определяются динамические свойства контрольно-измерительной аппаратуры, то есть характеристики влияния поведения измеряемой величины на погрешность КИА.

К первой группе относят характеристики основной погрешности и характеристики входной и выходной цепей КИА. Характеристики первой и третьей групп в обязательном порядке подвергаются поверке, как при производстве, так и в процессе ее эксплуатации. Характеристики второй группы должны подтверждаться в процессе типовых, периодических и контрольных испытаний.

Поверка КИА - это совокупность экспериментальных операций, проводимых органом метрологической службы с целью проверки метрологической исправности аппаратуры. Основным содержанием поверки является определение ее погрешностей.

Быстрый рост номенклатуры КИА, находящейся в эксплуатации, приводит к тому, что традиционные методы поверки, рассчитанные на применение ручного труда, становятся трудоемкими при увеличении выпуска приборов. Поэтому следует первостепенное внимание уделять автоматизации процессов поверки контрольно-измерительной аппаратуры.

Многие виды КИА имеют выход на печатающие устройства, дистанционное или программное управление, поэтому автоматизация их поверки более проста и дает большой экономический эффект.

Основную погрешность устройств измерения производят методами комплектной или поэлементной поверки. При комплектном методе поверка сводится к измерению физической величины, которая воспроизводится соответствующей мерой или магазином. Разности между показаниями самого устройства измерения и действительными значениями соответствующих параметров образцовых мер, дают значения погрешностей.

Данный метод является предпочтительным при определении основной погрешности устройств измерения. Однако при комплексной поверки современных, особенно широкодиапазонных приборов, требуется наличия большого количества образцовых средств (мер).

Именно трудности, связанные с построением высокостабильных образцовых мер, позволяющих осуществлять устройств измерения во всех их диапазонах измерения, вызвала необходимость разработки поэлементного метода.

Метод поэлементной поверки применяется для термометров и мостов постоянного и переменного токов (С и L), которые обеспечивают независимость измерения параметров мер, образующих отдельные элементы плеч.

После проведения поэлементной поверки необходимо дополнительно поверить прибор в наиболее точном месте его измерений, причем при значениях параметров мер, близких к начальному, среднему и конечному положениям отсчетных устройств.

В особых случаях используется комплектно-поэлементный метод, при котором поверяется не каждый элемент (плечо) моста по отдельности, а группа элементов моста, взятых комплектно.

При поверке приборов типов Е7-8 и Е7-10, имеющих режимы измерения отрицательных емкостей и индуктивностей, в качестве образцовых мер емкостей на пределах выше 1мкФ используются меры малой индуктивности, а в качестве образцовых мер индуктивностей на пределах свыше 1Гн — меры малой емкости. Всему существующих парку современных образцовых мер включая магазины, предназначенных для поверки устройств измерения параметров цепей с сосредоточенными параметрами, характерны следующие недостатки [16]:

- невысокие точность и стабильность параметров в необходимых пределах измерения;
- низкие значения изменения от номинальных значений;
- низкая дискретность изменения параметров снижает точность отсчета;
- отсутствие возможности автоматизации поверки устройств измерения при применении данных образцовых средств;
- требуется большое количество образцовых мер и магазинов для поверки одного прибора;

2.6. Общие указания по эксплуатации измерителя.

Перед началом эксплуатации необходимо провести визуальный внешний осмотр измерителя в целом, проверить наличие документов, подтверждающих возможность использования прибора (штамп ОТК, отметка о проведенной поверке и пр.)

При проведении внешнего осмотра следует проверить:

- отсутствие механических дефектов, которые могут повлиять на точность показаний измерителя, соединительных шнуров;
- наличие органов управления и коммутации, жесткая фиксации их положений;
- предохранителя;
- правильность установки индикатора прибора на нулевые показания;
- отсутствие отсоединившихся или слабо закрепленных элементов схемы.

Снять крышку батарейного отсека на задней стенке прибора и проверить состояние контактов и правильность установки элементов батареи, если она была установлена заранее.

В случае если работа с батарейным питанием на длительное время не предусматривается, необходимо извлечь батарею из отсека.

После ремонта и настройки, после пребывания в условиях, не предусмотренных техническими условиями, также при сомнении в соответствии с техническими данными, прибор должен подвергаться поверке.

4.Экономический раздел

4.1.Мотивационный анализ поведения покупателей.

Исследования рынка потребления с самого начала были направлены на изучение отдельного или группы потребителей, на их пожелания и возможности. В этом подходе потребности потребителя рассматриваются как нечто свойственное его природе и не образуются в результате воздействия общественного сознания или рынка. Так компании, как правило, чтобы удержать потребителя, предоставляют товары или сопутствующие услуги, которые удовлетворяют его потребности гораздо лучше чем конкуренты.

Таким образом, традиционный рынок исследования поведения потребителей, похож на концепцию устойчивого экономического существования человека. В 60-е годы прошлого столетия в исследованиях потребительского поведения индивидуума, начали использовать новые разработки, основанные на его психологии. Они были основаны на том, что потребитель в них представлялся как участник некого информационного процесса. В итоге потребитель представлялся в роли компьютера, который получает, обрабатывает информацию о товаре или услуге и принимает решение о его потреблении. Такой подход к исследованию поведения потребителя объединен с изучением познавательных процессов в психологии.

Первые разработки поведения потребителей строились именно на таком понимании существующей проблемы, причем в них имели быть место и некоторые вопросы посвященные культуре и субкультуре, влиянию классов и семьи [26]. Вторая особенность в исследовании рынка потребления состоит в том, что поведение потребителя на рынке товаров и услуг, рассматривается с позиции психологической науки.

В 80-е годы прошлого столетия в маркетинговые исследования пришли специалисты из таких областей науки и искусства как антропология, социология и литература, что позволило раздвинуть границы понимания потребительского поведения. Наметившаяся тенденция в области маркетинговых исследований стала называться как «новый». Характерной особенностью нового направления стало и остается по настоящее время, акцент на культуре и социальных вопросах индивидуума. Тем не менее, традиционный взгляд на поведение потребителя продолжает жить и в ряде случаев преобладает над «новым».

Рыночное поведение потребителей. Изучение «Поведения потребителей» представляет собой прикладную науку, то есть она является промежуточным звеном между фундаментальной наукой и существующей практикой. И основано на таких фундаментальных дисциплинах науки как социология, психология, общая экономическая теория, антропология, социальная история и так далее.

Исследования потребительского поведения связано с такими дисциплинами как маркетинг и менеджмент. Причем особенно тесно с маркетингом. По существу маркетинг представляет собой комплексное восприятие компанией рынка, на котором ей предстоит работать. Цель маркетинга заключается в разработке технологических реакций компании на поведение потребителей. Маркетинг как научная дисциплина оперируется понятиями объект и субъект, причем объект это то, на что направлен маркетинг, то есть на человека.

Существует целый ряд так называемых "поведенческих наук", исследующих поведение человека в тех или иных условиях, и в этом смысле, «Поведение потребителей» одна из них. Темой его исследования является поведение человека на рынке товаров и услуг качестве потребителя [27]. При этом следует не забывать, что потребление представляет собой способ

удовлетворения человеческих потребностей через одно- или многократное потребления и уничтожения товаров и услуг.

Например, употребляя кондитерские изделия, вы их уничтожаете, а используя одежду, вы ее изнашиваете. Исследования потребления в развитых странах современного мира привело к выводу о том, что потребление это своеобразное производство символов. Например, человек приобретает модные аксессуары для того, чтобы все видели его современность и индивидуальность. Другими словами, человек своим потреблением, стремится информировать других некоторой информацией о себе.

В общественных науках конца двадцатого века, потребление рассматривалось как социальный и культурный процесс, а не только как просто экономический процесс. Как в развитых, так и в сельскохозяйственных государствах есть группы людей, чье потребление в значительной степени предопределяется их экономическим положением, а не социальной и культурной практикой. Тем не менее и они могут попытаться приобрести соответствующий товар или услугу.

Таким образом, потребление обусловлено не столько основными потребностями, сколько символическим значением, которое общество вкладывает в тот или иной товар или услугу. При этом не следует предаваться из одной крайности потребления, например, только предметы потребления, к другой к примеру потребление символа производства. Следует иметь в виду, что люди потребляют для того чтобы жить и общаться друг с другом. Потребление - процесс, который включает в себя целый ряд следующих процессов: выбор товара или услуги; покупка, использование, техническое обслуживание вещи и содержание ее в порядке и наконец, утилизация. На рынке есть много видов потребительского поведения. Предметом дисциплины «Поведение потребителей» является лишь поведение человека,

который решает для себя задачу приобретения товаров и услуг для своего удовлетворения. В то же время, имеется в виду, что дисциплина «Поведения потребителей» изучает поведение человека только на рынке товаров и услуг и никак не касается таких вопросов как, например, подготовка и прием пищевых продуктов

Таким образом, предметом потребительского поведения служит рыночное поведение человека на рынке в качестве конечного потребителя товара или услуги. Здесь следует выделять покупателей-потребителей, приобретенные товары которых используются ими в качестве средства или сырья для производства и посредников. Логика их поведения, совсем другая чем у конечного потребителя-человека. Клиент - человек, который покупает товары или услуги конкретной компании. Понятия потребителя и заказчика близки, но имеют различие в том что, что клиент - это потребитель продукции определенной компании и в тоже время является частной разновидностью потребителя.

Маркетинговая революция. В обществе, осознающем недостаток товаров и услуг, главной задачей становится их производство. Соответственно, главным аргументом в достижении прибыли становится увеличение производства, а также его удешевление. При низком уровне развития производительных сил, продукции производится в недостаточном для общества количестве. Поэтому компании с высоким уровнем производительных сил фирмы легко находят свой рынок сбыта.

В двадцатом веке в мире, благодаря научно-технической революции, начинается эра конвейерного, то есть массового, производства, что придало новый импульс к резкому росту производства. В результате, товаров стало производиться гораздо больше, чем люди могли потреблять. В этих условиях постепенно в той или иной отрасли или стране центральной проблемой

становится проблема поиска и освоения новых рынков готовой продукции. Что приводит к «охоте», посредством тотальной рекламы, производителя за потребителем его продукции [28].

Идеальный тип и модель. Модель это несколько упрощенное представление реальности, учитывающая наиболее важные для ее автора аспекты. В то время как иные аспекты, находящиеся вне сферы его интересов, просто не рассматриваются. Например, модель внешнего вида автомобиля, созданная дизайнером экстерьера, не может включать в себя интерьер салона.

При моделировании поведения потребителя исследователь исключает из анализа те аспекты человеческого поведения, которые не связаны с поведением потребителя или кажутся незначительными [29]. Значение научной концепции оценивается по тому как она близко к реальности, а с другой насколько процессы и явления, на которых модель выполнена, имеют важное значение. Научная модель направлена на разъяснения тех или иных действий важных для анализа потребностей потребителя. Построением модели мы создаем идеальные модели, изолированные в той или иной мере от реальности. Таким образом, основная функция модели состоит в разъяснении положения дел во взаимоотношениях между производителем и потребителем. Модель, упрощающая реальность, позволяет ответить на многие вопросы, например как будет вести себя покупатель при избытке той или иной продукции. Общественные процессы могут быть смоделированы по-другому. Их модель может быть выражена в виде диаграмм, таблиц или информационных схем, а может быть представлена мульти медийными средствами. Тем не менее, чаще всего они описываются словесными повествованиями.

Научная теория как набор идеальных типов и моделей. Теория это набор понятий, определений и гипотез, описывающая какое либо явления или

процесс. В случае изучения поведения покупателя - это комплексные понятия, описывающие его поведение в процессе приобретения и потребления товара или услуги.

Гипотеза - это предположение, основанное на результатах уже добытых наукой знаний, но выходящая за их рамки в своих выводах и, следовательно, нуждается в проверке. Теория несет в себе несколько функций, первая из которых функция повествования, которая отображает картину конкретного или обобщенного потребительского поведения. Данная функция не совпадает с функцией зеркала, так как отображение строится на основе существующих знаний. Картина элементарного акта потребительского поведения примитивна, пропускает наиболее существенные части, фокусируется на незначительных деталях.

Во многих социальных наук, используются такие этнографические методы как, например, наблюдения, интервью. Их цель состоит в том, чтобы создать точное отображение многостороннего процесса потребления. В описании мы констатируем, что потребители с некими особенностями А, склонны к приобретению товаров и услуг с существенными для них признаками К, а потребителей с особенностями Б – соответственно – с признаками М. Суть пояснительных функции заключается в определении причины некоторых поведенческих актов.

При описании процесса, мы можем быть удовлетворены только неким заявлением о чем то, например на рынке рядом с процессом А существуют процессы Б и В, а затем должны объяснить причину, не путая ее со следствием.

Функция прогнозирования самая сложная и требовательная, он включает в себя прогнозирование возможных поведений потребителей в разных условиях. Исследователи участвующих в какой-либо теории, постоянно сталкиваются со

скептицизмом большинства не занятых этой проблемой. И главное в этом случае то, что люди, которые имеют право распределять ресурсы, поддаются этому скептицизму и требуют четких и быстрых практических результатов для конкретных средств, вложенных в исследования. Таким образом, у работников науки регулярно ощущается желание окунуться в практику.

Связующим звеном между теорией и практикой является технология. Теория может приобретать практический смысл только в случае появления людей, способных создать технологии практического ее применения. В естественных науках такими люди представлены, например, конструкторами и инженерами, которые знают теорию и практические потребности общества. Теория потребительского поведения также полезна для, условно назовем их консультантами и практиками. Первый знает теорию и практику конкретного участка и может давать рекомендации по улучшению производства товаров или его продажи, а второй практикующий, который изучал теорию и применяет ее как стимул задуматься о своей повседневной деятельности на своем рабочем месте.

Мотивационные факторы в поведении покупателей. Подданным фактором понимаются причины, побуждающие покупателей осуществлять покупки и в дальнейшем их потреблять, то есть осуществлять свое самовыражение. При этом следует иметь в виду, что самовыражение представляет собой возможность для человека делать то, что он желает за свои заработанные средства. Тем не менее, мотивационные факторы не ограничиваются потребностями одного человека. Есть также групповые мотивы, которые влияют на формирование команды и создают основу достаточных факторов успеха частного предпринимательства. Например, бизнес, основанный на высоких технологиях просто невозможен без командного исполнения, так как на начальном этапе своего развития высокотехнологичные компании не в

состоянии платить заработную плату сотрудникам соразмерно их рыночной стоимости. Что же объединяет коллектив и мобилизует его на решения проблем, стоящих перед организацией? Это использование групповых мотивационных факторов, наиболее мощный из которых является единой общей цели, например, достижение более новых результатов, который не достижимы другими коллективам.

Достижение этой цели кроме группового мотивационного фактора высшего уровня, предполагает наличие и формирования группового духа и солидарности, а также гордости за коллектив и стремление к победе. В ряде случаев при действии мотивационных факторов высших уровней, появляется некая напряженность в коллективе, которая связана с несовпадением личных и групповых мотивационных факторов.

5.Безопасность жизнедеятельности

5.1. Отходы и неконтролируемые выходы энергии как основные причины негативного воздействия на человека и среду обитания

В настоящее время, несмотря на применение современных методов и технологий, не более 10% сырья из недр поверхности земли идет на готовую продукцию, а 90% идет в отходы, которые загрязняют окружающую среду. Каждый год в России производится около 7 миллиардов тонн отходов, из которых во вторичную переработку уходит около 2 миллиардов тонн, что составляет 28,6% от общего объема отходов. Отходы подвергают загрязнению воздушную среду, почвенный слой, растительный мир, грунтовые и поверхностные воды. Известны три основных источника загрязняющих веществ в атмосфере это работа промышленности, бытовых котлов, транспорт во всех его проявлениях. Вклад каждого из этих источников в общее загрязнение окружающей среды сильно различаются и определяются их местоположением. Теперь принято считать, что наиболее сильно загрязняет воздух промышленное производство.

Источники загрязнения - электростанции, которые вместе с дымом выбрасывается в воздух и диоксид углерода, диоксид серы, металлургических заводов, в частности, цветных металлов, которые испускают оксидов азота в воздухе, сероводород, хлор, фтор, аммиак, соединения фосфора частицы и соединения ртути и мышьяка; химические и цементные заводы.

Вредные газы попадают в воздух в результате сжигания топлива для промышленности, отопления жилищ, транспортных операций, сжигания и переработки бытовых и промышленных отходов.

Источниками загрязнения на планете являются тепловые электростанции, металлургические и химические заводы, котельные, потребляющие более 170% ежегодно производимого твердого и жидкого топлива. Основные вредные примеси, преобладающие в нашем Тольятти, по сравнению с другими городами, представлены оксидом углерода, серный ангидрит, оксид азота. Рассмотрим их более подробно.

Оксид углерода возникает в результате неполного сгорания углеродистых веществ и в воздушную среду попадает от поджигания твердых отходов, а также с выхлопными газами и неконтролируемыми промышленными выбросами.

Оксид углерода это химическое соединение, которое реагирует с компонентами атмосферы и способствует повышению температуры на планете.

Серный ангидрид образуется путем окисления диоксида серы, а итоговым продукт реакции является аэрозоль или раствор серной кислоты в виде дождевой воде, которым окисляется почва и усугубляет заболевания органов дыхания людей. Обычно аэрозоль серной кислоты от химических предприятий наблюдается при низкой облачности и высокой влажности.

Занимаемая территория таких предприятий, заселена маленькими некротическими пятнами, которые образуются в просадки грунта из-за капель серной кислоты. Металлургические производства цветных и черных металлов, а также тепловые электростанции ежегодно выделяют десятки миллионов тонн серного ангидрида.

в) Окислы азота. Основными источниками выбросов являются компании, которые производят; азотные удобрения, азотную кислоту и нитраты, анилиновые красители и т.д. В основном это относится к заводу «Куйбышев Азот».

Выше были рассмотрены газообразных выбросов, а теперь посмотрим на другие виды отходов.

Аэрозоли делятся на первичные, которые напрямую выбрасывается в атмосферу и вторичные, возникающие уже в самой атмосфере вследствие преобразований. В зависимости от ряда причин, время жизни аэрозолей в атмосфере находится в пределах от нескольких минут до нескольких месяцев.

Выбросы твердых частиц. Размеры частиц могут значительно отличаться, поэтому скорость их осаждения тоже разная и кроме того зависит от состояния воздушной среды в момент выброса. Большая часть примесей падает непосредственно в расположении источника и его окрестностях.

Выбросы влаги. Выпуск влаги в атмосферу от электростанций, определяется процессами, обладающими различными значениями температуры и энергии. Поведение влаги в атмосфере также разнообразно и зависит от мест концентрации. Как и все газообразные вещества, водяной пар имеет линии поглощения спектра. С ростом температуры, ширина полос этих линий возрастает и поглощающая способность снижается.

Можно выбрать несколько групп, наиболее важных по взаимодействия энергоустановок со сгущенными компонентами окружающей среды:

- потребление воды и канализация, вызывающие изменения в материальном балансе природной водной среды;
- выпадение на земляную поверхность твердых выбросов продуктов сгорания топлива из атмосферы, вызывает изменения в свойствах воды и ее цвета;
- канцерогенные выбросы непосредственно на поверхности земли и воды от продуктов сгорания твердых видов топлива, а также продукты продувки, очистки поверхностей нагрева;
- выбросы в поверхностные воды и земли жидкого и твердого топлива;
- выбросов твердых и жидких радиоактивных отходов;

- временное повышение температуры;
- изменить в условиях зимнего ледостава гидрологический режим;
- привести к: изменениям в период наводнений, в распределении осадков, испарений и туманов;
- изменению характера взаимодействия водных бассейнов с землей на структуры и свойства континентального шельфа.

Загрязнения примесями может полностью влиять на естественный цикл и материальных балансов некоторых веществ между гидро -, - Litho и атмосферой. Часто выбросы различных токсических веществ из заводских труб и городского транспорта в воздух многих крупных городов достигают крайне опасного значения. Появилось даже такое определение, как АХОВ, что означает опасные химикаты, используемые в промышленности и сельском хозяйстве, в результате случайного освобождения из которых может привести к загрязнению окружающей среды, в концентрациях оказывающих воздействие на живые организмы. Исследование чрезвычайных ситуаций в нефти -, газа- и химической промышленности показывает, что потенциальный риск их возникновения концентрируются вокруг их складов и заливных станций, где сосредоточены сотни или тысячи тонн отравляющих веществ. Список наиболее опасных АХОВ, от которых требуется обеспечение защиты включает: хлор, аммиак, фосген, диоксид серы, цианистый водород, сероводород, сероуглерод, фтористый водород, акрилонитрила.

Имея химические заводы – гиганты в непосредственной близости от жилой части, Тольятти является одним из самых аварийно - опасных городов. Главным последствием аварийной ситуации является воздействие химических опасных веществ на организм человека. Биологическая активность химических соединений определяется их структурой, физическими и химическими свойствами, особенностями механизма действия, путей

поступления в организм и преобразования в нем, а также дозой (концентрацией) и длительностью влияний на организм. В зависимости от того, в каком количестве действует то или иное вещество, оно может быть лекарством, нейтральным или ядом. При значительных превышениях доз многие лекарственные вещества становятся ядами. В связи с изложенным особое значение приобретает законодательная регламентация предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны промышленных и сельскохозяйственных предприятий, НИИ и т. д.

ПДК это такие концентрации, которые не оказывают на организм человека и его будущее потомство прямого или косвенного действия, не ухудшает работоспособность, самочувствие, благополучие и санитарно-гигиенические условия жизни населения. Объединение всей информации по предельно-допустимым концентрациям, получаемой от всех заинтересованных учреждений происходит в Главной геофизической обсерватории, чтобы по результатам наблюдений определить значения атмосферных концентраций измеряемых величин по сравнению с максимальной разовой предельно-допустимой концентрацией, а также установить случаи превышения ПДК.

Степень загрязнения воздуха находится в пропорциональной зависимости от уровня промышленного развития города. Самые высокие максимальные концентрации, характерные для городов с населением свыше 500 тысяч человек. Загрязнение воздуха специфическими веществами зависит от типа промышленности, которая наиболее развита в городе. Если в крупном городе находятся предприятия нескольких отраслей промышленности или несколько предприятий одной отрасли, то создается из-за эффекта композиции, результирующая очень высокая загрязненность воздуха, однако проблема снижения выбросов многих специфических веществ до сих пор не решена.

Самарская область - крупнейший промышленный центр, включающий в себя множество промышленных объектов. Только в районе Тольятти промышленная застройка в 3-4 раза выше, чем в среднем по России. В связи с этим наблюдается и увеличение уровня загрязненности окружающей среды в виде выбросов атмосферы, сбросов сточных вод и промышленных отходов. Тольятти принадлежит к области с высоким потенциалом загрязнения воздуха, что приводит к накоплению примесей в приземном слое.

Рассмотрим подробно местные опасные и вредные факторы, действующие на окружающую среду на здоровье жителей Самарской области.

Загрязнение воды. В Самарской области, есть ряд источников, которые поставляют опасные вещества в речную воду. Например, воды реки Чапаевка несут в себе ртуть, кадмий, марганец, нефтепродукты, хлорорганические соединения в количествах, в сотни раз выше, чем регламентируется в стандартах.

Река Криуши в Новокуйбышевске несет в себе кроме вышеперечисленных веществ еще марганец, железо, медь и цинк, а река Большой Кинель поставляет воды Волги ртуть, тяжелые металлы, нефть и другие. Пробы, взятые на участке от Казани до Жигулевской ГЭС, показали высокое содержание кадмия, ртути, фенолов, нефтепродуктов.

Качество воды в Куйбышевском водохранилище, в основном, зависит от качества сточных вод, в него поступающих. По последним данным, количество неочищенных сточных вод растет и, соответственно, растет и содержание загрязняющих веществ. Загрязнение воздушной среды на территории Тольятти представляется следующим образом. На предприятиях Центрального региона 63,2% (из которых 33,7% ТЭЦ), Автозаводского - 26,2% (в том числе ТЭЦ ВАЗа 17,9%), Комсомольска - на 10,6%. Имея территорию промышленной и жилой застройки площадью более 314 квадратных

километров, город Тольятти своими выбросами отрицательно влияет на площадь растительного мира в 744 квадратных километров, что больше в 5,7 раза чем предписывают ПДК (ПДК N 4617-88. Гигиенические нормативы. 2.2.5.038 - 95 GN (UTV. РЕГУЛИРОВАНИЕ Госкомсанэпиднадзора России Федерация 25.12.2012 N 15)).

Особую опасность загрязнения воздушного бассейна Тольятти, представляют крупные химических заводы и их складские помещений, это «Тольятти Каучук», «Куйбышев Азот», «ТоАЗ», «АвтоВАЗ» и другие. В дополнение к этим предприятиям, основными источниками загрязнения воздуха являются транспортные средства и ТЭЦ. В дополнение к общему числу загрязнителей воздуха, основным критерием является степень их опасности для населения города.

В случае взрыва в северной промышленной зоне цистерны или контейнера, содержащих высокотоксичные вещества, то например, аммиак или хлор настигнет жителей Центрального района Тольятти за (30÷40) минут после взрыва.

Загрязнения отходами. В ряду экологических проблем нашего региона находится прогрессирующее загрязнения его территории, связанной с опасными веществами в естественном цикле окружающей среды и ставит под угрозу водоносные горизонты городской среды. Более двадцати крупных предприятий города создают такое количество отходов, что в пересчете на одного жителя их приходится 1,5 тонны в год.

Бытовые отходы в городе составляют 0,65 м³ / чел., что на 38% выше, чем существующей по всей стране нормы в 0,47 м³ / чел.) (смотри ГОСТ 12.1.007-76 «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности»). Площади, отведенные под свалки являются источником загрязнения, так как площадь технологических ореолов рассеяния свалки в 2-3 раза больше

площади их хранения. Пущенный в эксплуатацию завод по переработке твердых бытовых отходов предназначен для обработки 1,2 тонн отходов в сутки, призван несколько решить проблему утилизации отходов.

Радиоактивное загрязнение. Город имеет не менее 13 объектов с источниками ионизирующего излучения с уровнями активности от 0,02 до 200 Ки. Избыточное содержание радиации в жилых и промышленных районах города, количество осадков не зафиксировано. Потенциальная опасность загрязнения исходит от института атомных реакторов в г. Димитровграде и атомной электростанции в г. Балаково.

Влияние загрязнения на здоровье человека. акого либо полного и достоверного анализа заболеваемости в городе не проводилось, однако, согласно статистическим данным общая заболеваемость детей в два раза выше по сравнению со средней по России и в 1,5 раза выше средней по всей Самарской области. В самом городе отмечается ненормально высокая заболеваемость и взрослого населения как в российском, так и областном масштабе. Новообразования у детей в городе встречаются в 3,8 раза, а у взрослых в 4,3 раза чаще, чем в России. По данным городского центра заболеваемость злокачественными новообразованиями в Центральном районе на 10% выше общероссийского, а в Автозаводском районе этот показатель в два раза ниже

Заключение

В бакалаврской работе разработан цифровой измеритель радиационной загрязненности, который удовлетворяет техническим требованиям на его разработку. В измерителе в качестве первичного датчика радиации использован счетчик Гейгера типа СБИ20.

Цифровой измеритель ориентирован на применение в бытовых условиях, например для определения радиационной загрязненности продуктов питания и обладает малым энергопотреблением при небольшой массе и габаритных размерах.

Разработаны функциональная и принципиальная схемы с использованием широко распространенных цифровых интегральных схем 176 серии, а качестве цифрового индикатора применены люминесцентных вакуумных сверхминиатюрных индикаторы типа ИВ-3А.

В экономическом разделе рассмотрены вопросы мотивационного поведения покупателей, а разделе безопасности жизнедеятельности вопросы отходов и неконтролируемого выхода энергии жизнедеятельности обществам как основные причины воздействия непосредственно на человека и его среду обитания.

Список используемой литературы

1. Рэд Э. Справочное пособие по высокочастотной схемотехнике. - «Мир», М., 2011, с. 229.
2. Котов Ю. Экономичный блокинг-генератор в источнике питания счетчика Гейгера. - Радио, 2004, №4, с. 22.
3. Моисеев А. А., Иванов В. И. Справочник по дозиметрии и радиационной гигиене. - Энергоатомиздат, М., 2009.
4. Козлов В. Ф. Справочник по радиационной безопасности. - Энергоатомиздат, М., 2003, с. 240-247.
5. Канцельсон Б. В., Калугин А. М., Ларионов А. С. Электровакуумные электронные и газоразрядные приборы (справочник). - «Радио и связь», М., 1999, с. 351...444.
6. Чечик Н. О., Файнштейн С. М., Лифшиц Т. М. Электронные ум-ножители. - ГИТТЛ, М., 1998.
7. Варламов Р. Г., Варламов В. Р. Малогабаритные источники тока. - «Радио и связь», М., 1999.
8. Богданович М. И., Грель И. Н., Дубина С. А., Прохоренко В. А., Шалимов В. В. Цифровые интегральные микросхемы (справочник). - «Беларусь»- «Полымя», Минск, 1996.
9. Максимов М.Т., Оджагов Г.О. Радиоактивные загрязнения и их измерения: Учеб.пособие. - 2-е изд., перераб. И доп.- М.: Энергоатомиздат, 2001.-304 с. ил.
10. Виноградов Ю. Счётчики Гейгера. - Радио, 2002, 10, с.57
11. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. Л. Гидрометеиздат. 1984.

12. Никитин Д.П., Новиков Ю.В. Окружающая среда и человек. М.: Высшая школа. 1986.
13. Беспмятнов Г.П., Кротов Ю.А. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. Л.: Химия. 1985.
14. Каинов Ю.Н., Усачев В.А. Экологическая экспертиза. М. Военная академия химической защиты. 1993.
15. Дончева А.В., Казакова Л.К., Калуцков В.Н. Ландшафтная индикация загрязнения природной среды. М. Экология. 1992.
16. Безуглая Э.Ю., Расторгуева Г.П., Смирнова И.В. Чем дышит промышленный город. Л.: Гидрометеиздат, 1991.
17. Лужников Е.А., Костомарова Л.Г. Острые отравления: Руководство для врачей. М.: Медицина. 1999.
18. Беляев М.П. и др. Справочник предельно допустимых концентраций вредных веществ в пищевых продуктах и продуктах питания. М. 1993.
19. Александров В.Н., Емельянов В.И. Отравляющие вещества. М.: Воениздат, 2000.
20. Муравьева С.И., Буковский М.И., Прохорова Е.К. и др. Руководство по контролю вредных веществ в воздухе рабочей зоны: Справ.изд. М.: Химия. 2011.
21. Зеленко И. Пьезоэлектрические резонаторы на объемных и поверхностных акустических волнах. М.: Мир. 2001.
22. Рыбальченко И.В. и др. Физико-химические методы индикации отравляющих и сильнодействующих ядовитых веществ. М.: ВАХЗ. 1998.
23. Межирин В.А. Специфика экологического мониторинга. // Экология 1996. N2. С.13.
24. Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях мирного времени. Варламов Ю. Л., Издательство РГПУ им. Герцена, 2008.

- 25.Аварии и катастрофы, предупреждение и ликвидация последствий.
Котляревский В. А., АСВ, 2012.
- 26.Бауман З. Спор о постмодернизме // Социологический журнал. 1994. №4.
С.69-80.
- 27.Вебер М. Избранные произведения. М.: Прогресс, 1990.
- 28.Ильин И. Постструктурализм, деконструктивизм, постмодернизм. М., 1996.
- 29.Ионин Л.Г. Социология культуры. М., 1996.