

КОМБИНИРОВАННЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ СОДЕРЖАНИЯ НИТРАТОВ И РАДИАЦИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Михаил Владов¹, Анатолий Дороган¹, Даниил Украинцев¹,
Петр Гецов², Георгий Сотиров², Румен Недков²

¹Молдова. г. Кишинев

e-mail: office@comelpro.com

²Институт космических исследований и технологий – Болгарская академия наук

e-mail: office@space.bas.bg

COMBINED METER FOR MEASUREMENT OF NITRATES AND ENVIRONMENT'S RADIATION

Mikhail Vladov¹, Anatolij Dorogan¹, Danaiil Ukraintsev¹,
Petar Getsov², Georgi Sotirov², Roumen Nedkov²

¹Moldova. Chisinau

e-mail: office@comelpro.com

²Space Research and Technology Institute – Bulgarian Academy of Sciences

e-mail: office@space.bas.bg

Key words: combined meter, measurement, nitrates, radiation

Abstract: In paper are presented results form development of combined meter for measurement of nitrates and environment's radiation and given technical specification.

Дозиметрам и индикаторам радиоактивности посвящено множество статей в технической литературе. Мы проанализировали схемы дозиметров, опубликованные в журналах Радио, Радиолюбитель, Радиоаматор и Радиомир за последние 17 лет (некоторые из них см. в списке литературы), а также в книгах [3, 8] и попытались устранить их недостатки и максимально использовать возможности широко распространенного счетчика Гейгера СБМ-20.

Первое, что бросается в глаза в схемах [1-4, 6, 7] и многих других, это использование цифровых микросхем низкого уровня. Такой подход усложняет как схему, так и плату, и сводит всю цифровую обработку данных фактически к подсчету числа импульсов от счетчика за единицу времени. Нам известна лишь одна журнальная публикация [9], где использован микроконтроллер для обработки информации, управления преобразователем напряжения и сопряжения с ЖКИ. Однако и в ней сама обработка сводится лишь к подсчету и индикации числа импульсов в различных режимах. Мы использовали процессор фирмы Atmega, что уменьшило число цифровых микросхем до двух, и разработали специальное программное обеспечение, существенно повышающее удобство работы с прибором.

В опубликованных цифровых схемах сначала производится подсчет импульсов от счетчика за 30-60 секунд, с последующей индикацией в течении 2-10 секунд. Для показа результатов следующего измерения необходимо опять ждать окончания счета, как минимум, полминуты. В нашем устройстве запоминается число импульсов, поступивших от счетчика за каждую из последних 30 секунд, поэтому показания обновляются каждую секунду. Число импульсов поступивших за последнюю секунду заменяет соответствующее значение в списке 30-секундной давности. Затем все 30 сохраненных значений суммируются, и получается число импульсов N за последние 30 секунд, актуализируемое ежесекундно. Для перевода числа N в мкР/час следует умножить N на 120 (аппроксимация числа импульсов за час) и разделить на 78. Однако, константа 120/78 весьма близка к 3/2, что существенно упрощает вычисления. Счетчики Гейгера несомненно имеют разброс чувствительности и для обеспечения желаемой точности все дозиметры требуют калибровки в лабораторных условиях, что не всегда доступно. Поэтому дозу радиоактивности, показанную нашим прибором, можно считать ориентировочной,

что приемлемо для большинства бытовых целей.

Касательно преобразователей высокого напряжения в опубликованных дозиметрах, практически все они выполнены по схеме блокинг-генератора, работающего на частоте порядка нескольких герц. Из-за несоответствия времени подзаряда накопительного конденсатора в преобразователях и периода следования импульсов от счетчика, в некоторых схемах введена обратная связь, заставляющая блокинг-генератор вырабатывать внеочередной импульс при регистрации каждой частицы. Однако, одновибратор, управляющий блокинг-генератором в опубликованных схемах, вырабатывает импульсы с периодом в несколько десятков миллисекунд, в то время как период импульсов от счетчика при высоком уровне радиации может составлять десятые доли миллисекунды. Это может привести к падению высокого напряжения на счетчике и выводу его из рабочего режима. Хотя при отсутствии радиации такие преобразователи потребляют пару десятков микроампер, при регистрации частиц токопотребление увеличивается. К сожалению, никаких конкретных данных на этот счет в статьях не приведено.

Помимо этого, в опубликованных схемах редко обсуждалась зависимость и стабилизация высокого напряжения при падении напряжения батарей. В большинстве случаев авторы полагаются на протяженность плато рабочей характеристики счетчиков. При глубоком разряде напряжение батарей может упасть в 1.5 раза и более. Даже если напряжение на выходе преобразователя будет 450 В (верхняя граница плато для СБМ-20), то $450 / 1.5 = 300$ В, в то время как нижняя граница плато для СБМ-20 составляет 350 В. Преобразователь в [9] использует ШИМ-модуляцию для стабилизации напряжения, но потребляет 50 мА тока, что существенно ограничивает его применение. В нашем приборе преобразователь тоже использует ШИМ при токопотреблении порядка 0.3 мА независимо от уровня радиации.

Предлагаемый вниманию дозиметр имеет следующие параметры:

Диапазон измеряемой дозы:	0 - 250 миллирентген/час
Напряжение питания:	2 – 3.3 В (две батареи типа АА)
Средний потребляемый ток:	0.5 мА при отключенной звуковой индикации 3 мА при включенной
Время выхода на рабочий режим:	30 секунд
Период обновления показаний:	1 секунда

Блок-схема дозиметра показана на рисунке 1



Рис.1. Блок-схема дозиметра

Макет дозиметра, с датчиком Гейгера- Мюллера СБМ-20, показан на рисунке 2

Перед нами стояла задача упростить устройство измерения радиоактивности и выполнить ее совмещенным с измерителем нитратов. Какие преимущества дает это

совмещение?

Во первых используется один графический дисплей, один процессор, одно питание, клавиатура, а это уменьшает стоимость прибора.

Во вторых повышается удобство использования измерителей у потребителя, совмещение двух устройств в одном, удобно и легко использовать.

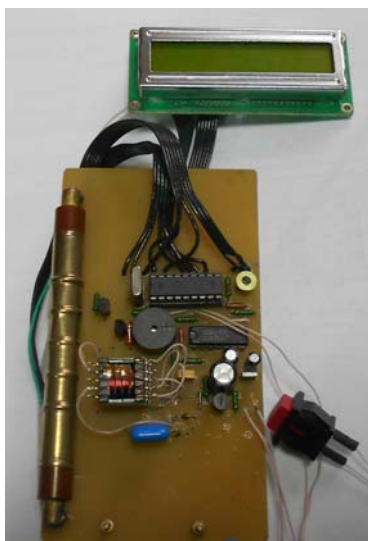


Рис. 2. Фото макета дозиметра с датчиком Гейгера- Мюллера СБМ-20

Было разработана блок-схема модуля дозиметра, который подключается к измерителю нитратов. Разработана программа, которая по желанию пользователя выбирается из главного меню и нитратомер переходит в режим дозиметра. Блок-схема совмещенного прибора отражена на рисунке 3.

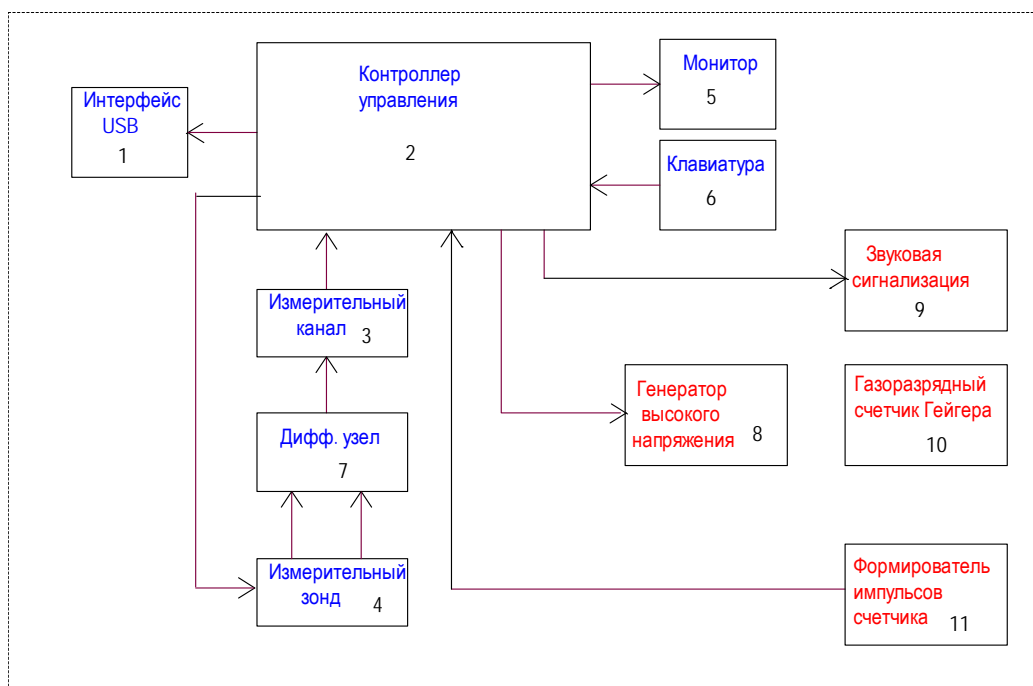


Рис. 3. Блок-схема комбинированного измерителя нитратов и радиации окружающей среды

Принцип работы

Предлагаемый прибор работает в двух режимах:

- Режим дозиметра
- Режим нитратомера

Работа в режиме дозиметра происходит следующим образом:

Высокое напряжение порядка 400 В с генератора высокого напряжения 8 поступает на газоразрядный счетчик Гейгера 10. При таком напряжении счетчик работает в середине плато своего рабочего диапазона. При регистрации частиц на счетчике Гейгера формируется импульс отрицательной полярности амплитудой порядка 100 В, поступающий на вход формирователя импульсов счетчика 11 и дальше на микроконтроллер 2. Число поступивших за последнюю секунду импульсов сохраняется в буфере микроконтроллера. В буфере хранятся результаты последних 30 измерений, которые обрабатываются каждую секунду по специальному алгоритму перед индикацией.

При превышении дозы радиации значения 100 мкР/час прибор начинает издавать каждую секунду короткий звуковой сигнал длительностью 50 мс и частотой около 2480 Гц. Прибор реагирует на бета, гамма, а также рентгеновские лучи.

В режиме измерения нитратов прибор переходит после выбора пользователя режима «нитратомер».

Микроконтроллер формирует меандр, частота которого 1кН. Частота выбрана на базе эмпирического метода. Пример такого меандра представлен на рисунке 4

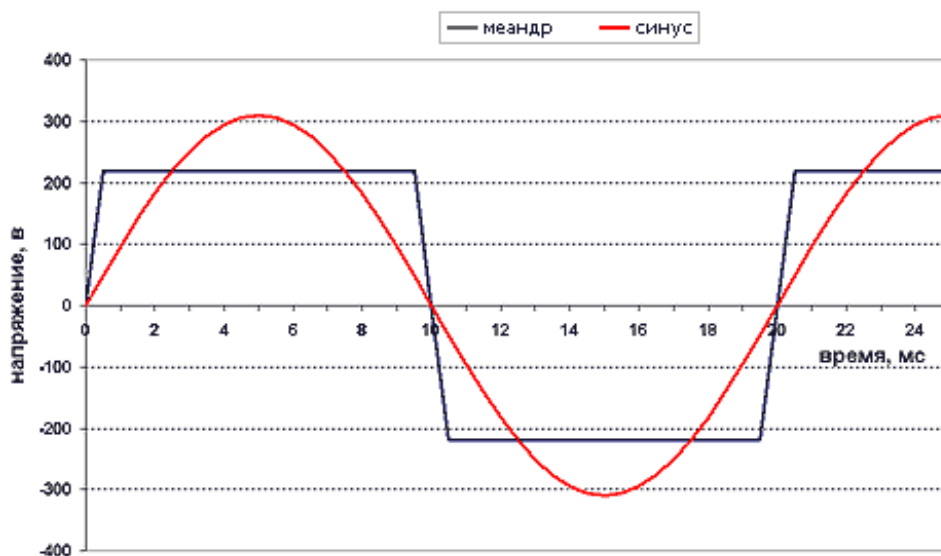


Рис. 4. Форма меандра генерируемого микроконтроллером

Далее этот сигнал проходит через измерительный зонд 4 и анализируемый продукт. Проходя через продукт, амплитуда сигнала «падает» до некоторого уровня. Это падение объясняется плохой проводимостью среды (продукта). Потом сигнал поступает в дифференциальный узел 7 и передается в микроконтроллер 2. Микроконтроллер обрабатывает сигнал и афиширует результаты на монитор 5. Для удобного управления по меню прибора предусмотрена клавиатура 6, состоящая из 5 кнопок «ВВЕРХ» «ВНИЗ» «ВЫБОР» «НАЗАД» «ВКЛ/ВЫКЛ.»

Внешний вид комбинированного прибора отображен на рисунке 5.



Рис. 5. Внешний вид комбинированного прибора

Технические характеристики комбинированного прибора

Диапазон показаний уровня радиоактивного фона, миллирентген/ч	От 0 до 250
Регистрируемая энергия гамма-излучения, МэВ	от 0,1
Время выхода на рабочий режим, секунд	до 30
Индикация показаний	Непрерывная числовая и графическая
Диапазон измерения содержания нитратов, мг/кг	от 20 до 5000
Время измерения, секунд, не более	20
Погрешность измерения, % не более	10
Диапазон напряжения питания, В	3,4 - 4,2
Время непрерывной работы, ч, не менее	4
Элементы питания	Аккумуляторы
Масса изделия (без элементов питания), не более, гр.	205
Ток заряда аккумуляторов, не более мА	300
Дисплей	Цветной TFT, 128x128
Габаритные размеры, мм, не более	167 x 50 x 23
Потребляемый ток от ЗУ, мА, не более	500
Напряжение на выходе ЗУ, В	от 4,5 до 5,5
Диапазон рабочих температур, °С	от 0 до +50

Литература:

1. П о д у ш к и н, И. Микрорентгенометр - приставка к мультиметру. - Радио 2007, N 10, с. 26-27.
2. Б о н д а р е н к о, С. Дозиметр - приставка к мультиметру. - Радио 2005, N 11, с. 58.
3. В и н о г р а д о в, Ю. А. Ионизирующая радиация: обнаружение, контроль, защита - М.: Солон-Р, 2002, 224 с.
4. В и н о г р а д о в, Ю. О любительских дозиметрах. - Радио 1992, N 10, с. 13-16.
5. В и н о г р а д о в, Ю. Счетчики Гейгера. - Радио 1992, N 9, с. 57-58.
6. В л а с е в с к и й, В. Цифровой радиометр. – Радиолюбитель 1992, N 5, с. 27-28.
7. К а л е н т ь е в, Ю. Портативный дозиметр-радиометр. – Радиолюбитель 1991, N 1, с. 21-23.
8. С и д о р е н к о, В. В., К у з н е ц о в Ю. А., О в о д е н к о А. А. Детекторы ионизирующих излучений на судах: Справочник. Л. Судостроение, 1984, 284с.
9. L a n e, R., Thompson S. PIC digital Geiger counter. - Everyday Practical Electronics 2007, N 2, с. 12-19.