

Обеспечение эффективного функционирования измерителей мощности дозы на газоразрядных счетчиках в условиях арктической зоны

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ

УДК 623.454.862

<https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-3-374-383>

А.В. Васильев, Ю.А. Глухов, И.Ю. Кулагин, К.С. Абаева

*Федеральное государственное бюджетное учреждение
«33 Центральный научно-исследовательский испытательный институт»
Министерства обороны Российской Федерации,
412918, Российская Федерация, г. Вольск-18, ул. Краснознаменная, д. 1*

Поступила 12.07.2019 г.; исправленный вариант 11.06.2020 г.

Принята к публикации 20.09.2020 г.

Арктика является приоритетным направлением развития и обеспечения национальной безопасности Российской Федерации. В то же время богатства природными ресурсами Арктической зоны создают условия для военных конфликтов за обладание ими, в том числе с применением ядерного оружия. Современная система метрологического обеспечения войсковой дозиметрической аппаратуры не обеспечивает необходимой достоверности процедуры поверки и градуировки в условиях низких температур Арктической зоны. Цель работы – обеспечение эффективного функционирования измерителей мощности дозы на газоразрядных счетчиках в условиях Арктической зоны. Установлено, что причиной низкой достоверности показаний войсковых дозиметров может быть генерация ложных импульсов из-за снижения гасящей способности счетчика. Ложные импульсы могут появиться спустя некоторое время после завершения поверки. Показано, что для того, чтобы повысить достоверность измерений у приборов на газоразрядных счетчиках, необходимо вводить в их измерительную схему узел диагностики, позволяющий обнаруживать наличие ложных импульсов непосредственно во время измерения. Реализация полученных результатов позволит повысить надежность дозиметрической аппаратуры, построенной на газоразрядных счетчиках, в том числе и в условиях Крайнего Севера, а также обеспечит большую сохранность ее метрологических характеристик. В перспективе целесообразно провести исследование по переводу дозиметрической аппаратуры на электронное управление газоразрядными счетчиками с целью оценки повышения долговечности счетчиков и снижения затрат на их производство.

Ключевые слова: воздействие низких температур; газоразрядный счетчик; двойные лавины; диагностика счетчика; ионизирующее излучение; погрешность измерения.

Библиографическое описание: Васильев А.В., Глухов Ю.А., Кулагин И.Ю., Абаева К.С. Обеспечение эффективного функционирования измерителей мощности дозы на газоразрядных счетчиках в условиях Арктической зоны // Вестник войск РХБ защиты. 2020. Т. 4. № 3. С. 374–383. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-3-374-383>

В стратегии развития Арктической зоны России указывается, что «Обеспечение военной безопасности, защиты и охраны государственной границы Российской Федерации

в Арктике является приоритетным направлением развития этого региона государства и обеспечения национальной безопасности...»¹. Нельзя полностью исключить возникновение

¹ Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечение национальной безопасности на период до 2020 года. Утв. Президентом Российской Федерации 3 февраля 2013 года. URL: <http://docs.cntd.ru/document/499002465> (дата обращения: 12.08.2018).



Рисунок 1 – Газоразрядные счетчики Гейгера-Мюллера, исследованные в процессе работы (здесь и далее фотография и схемы авторов)



Рисунок 2 – Стенд для испытания газоразрядных счетчиков

вооруженного конфликта, при котором применение ядерного оружия противником возможно в следующих случаях: невозможности добиться поставленных целей агрессии с помощью обычных средств; вскрытия подготовки к применению ядерного оружия противоборствующей стороной первой, а также угрозы разгрома группировки войск, участвующей во вторжении [1–3]. Степень совершенства средств измерения ионизирующих излучений и других обеспечивающих устройств, приспособленность их к работе в экстремальных условиях в значительной мере определяют эффективность радиационной разведки в целом. Из опыта эксплуатации дозиметрической аппаратуры известно, что наиболее критичным элементом при использовании приборов в зимних условиях является газоразрядный счетчик Гейгера-Мюллера [4–9].

Цель работы – обеспечение эффективного функционирования измерителей мощности дозы на газоразрядных счетчиках в условиях Арктической зоны.

Материалы и методы

В эксперименте использовано порядка 600 газоразрядных счетчиков типов СТС-5 и СБМ-20 разных годов выпуска, контрольный препарат бета-излучения на основе радионуклида $\text{Sr}^{90} + \text{T}^{90}$, персональный компьютер и специально разработанный измерительный стенд. Счетчики, находясь под облучением от бета-препарата, генерируют электрические сигналы, частота которых непрерывно регистрируется в процессе испытаний. По окончании эксперимента осуществляется статистическая обработка полученных результатов².

Основным исследуемым параметром явилось сохранение чувствительности счетчиков при воздействии таких факторов, как длительное время непрерывной работы и низкие температуры (рисунок 1).

В связи с необходимостью проведения массовых и продолжительных во времени измерений был разработан специальный стенд (рисунок 2), позволяющий одновременно испытывать до 8 счетчиков в автоматическом режиме. Вся измерительная информация поступает на персональный компьютер и подвергается статической обработке.

Устройство состоит из платы с парными контактными разъемами, позволяющими осуществлять подключение до 8 счетчиков типа СБМ-20 или СТС-5, компактно расположенным в одной плоскости. Плата со счетчиками устанавливается вертикально на заданном расстоянии от источника ионизирующего излучения, обеспечивая тем самым одинаковые условия облучения для всех счетчиков.

Необходимое высокое напряжение 400 В для питания газоразрядных счетчиков снижается с преобразователя напряжения, выполненного на блокинг-генераторе. Сигналы с каждого счетчика обрабатываются отдельными измерительными каналами и через блок сопряжения поступают на персональную ЭВМ. Структурная схема сопряжения отдельных блоков испытательного стендса представлена на рисунке 3.

Использование предварительного пересчета срабатываний при высокой скорости счета делает возможным практически полностью исключить наложение импульсов от различных счетчиков, что позволяет использовать

² Приборы дозиметрические для измерения экспозиционной дозы, поглощенной дозы и мощности поглощенной дозы в воздухе гамма-излучения. Методика поверки: МИ 1788-87 ГСИ. Л., 1987. 30 с.

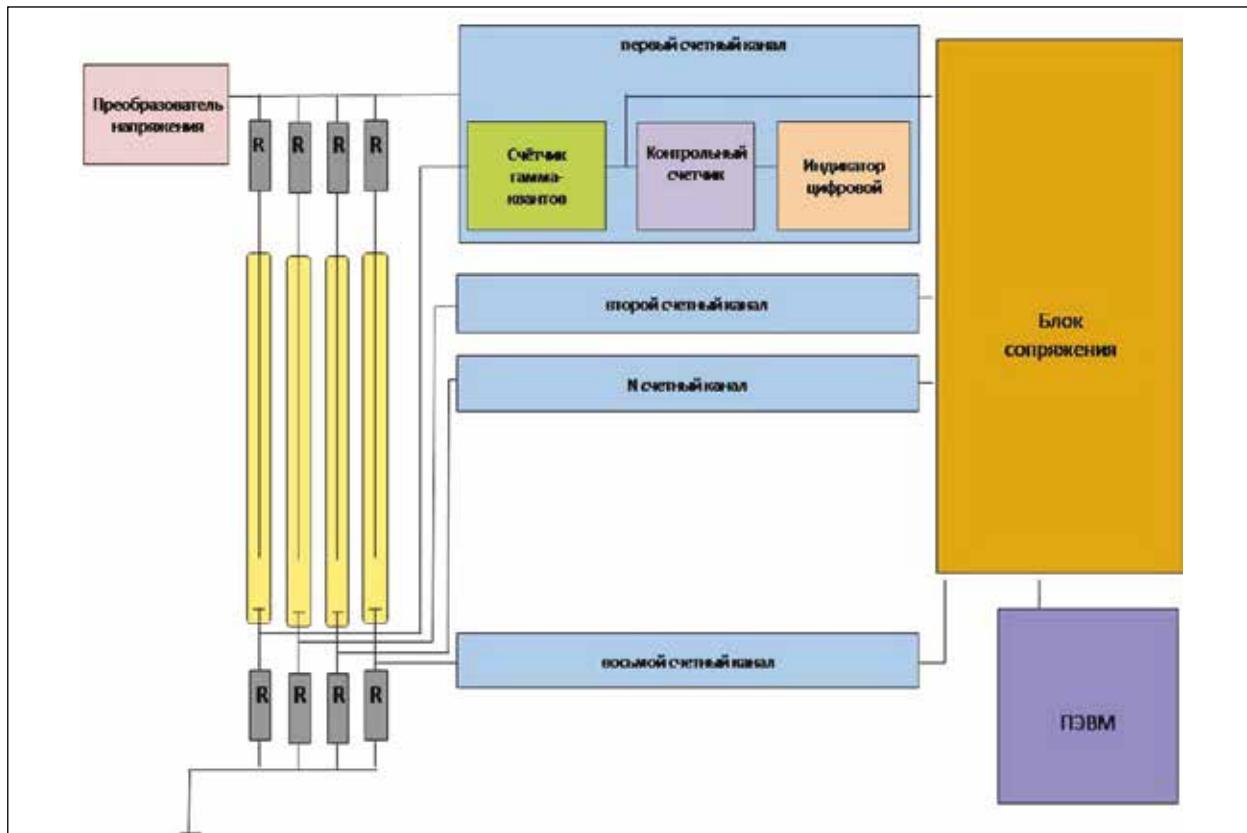


Рисунок 3 – Структурная схема сопряжения блоков испытательного стенда

обычные интерфейсы подключения к ПЭВМ и осуществлять при этом набор достаточно большой статистики без перегрузки каналов передачи данных.

Основная характеристика, которая регистрируется и контролируется разработанным устройством, это относительная чувствительность счетчика. Значение чувствительности вычисляется после каждой серии набранных импульсов с помощью специально разработанной программы. Пример электронной таблицы с данными, экспорттированными из файла, созданного управляющей программой, приведен на рисунке 4.

Окончательная обработка данных заключается в построении графиков, иллюстрирующих изменение чувствительности счетчиков в течение всего времени эксперимента.

Таким образом, автоматизация управления экспериментом посредством управляющей программы позволяет провести исследование чувствительности большого количества газоразрядных счетчиков в условиях длительного времени непрерывной работы для определения степени их стабильности и надежности.

Результаты и обсуждение

Газоразрядные счетчики работают в импульсном режиме, т.е. при регистрации каж-

дого гамма-кванта или ионизирующей частицы вырабатывается электрический сигнал, который поступает на измерительную схему прибора. По средней частоте следования сигналов в течение определенного интервала времени рассчитывается значение мощности дозы. Одной из основных величин, определяющих эту частоту, является чувствительность счетчика, характеризующая отношение скорости счета к мощности дозы. Важнейшим условием достоверности проводимых измерений и обеспечения требуемой погрешности является сохранение чувствительности счетчика в нормированных пределах в течение назначенного срока, определенного техническими условиями эксплуатации прибора. Этот интервал времени определяет также и периодичность обязательной поверки дозиметрического прибора [10].

Исходя из принципа работы газоразрядного счетчика [11], можно сделать вывод, что при однократном срабатывании при регистрации каждого гамма-кванта чувствительность счетчика должна оставаться постоянной на протяжении всего срока эксплуатации прибора. Это обусловлено тем, что вероятность возникновения ионизации в чувствительном объеме счетчика зависит от физических характеристик его корпуса и используемых выравни-

Обеспечение эффективного функционирования измерителей мощности дозы на газоразрядных счетчиках...

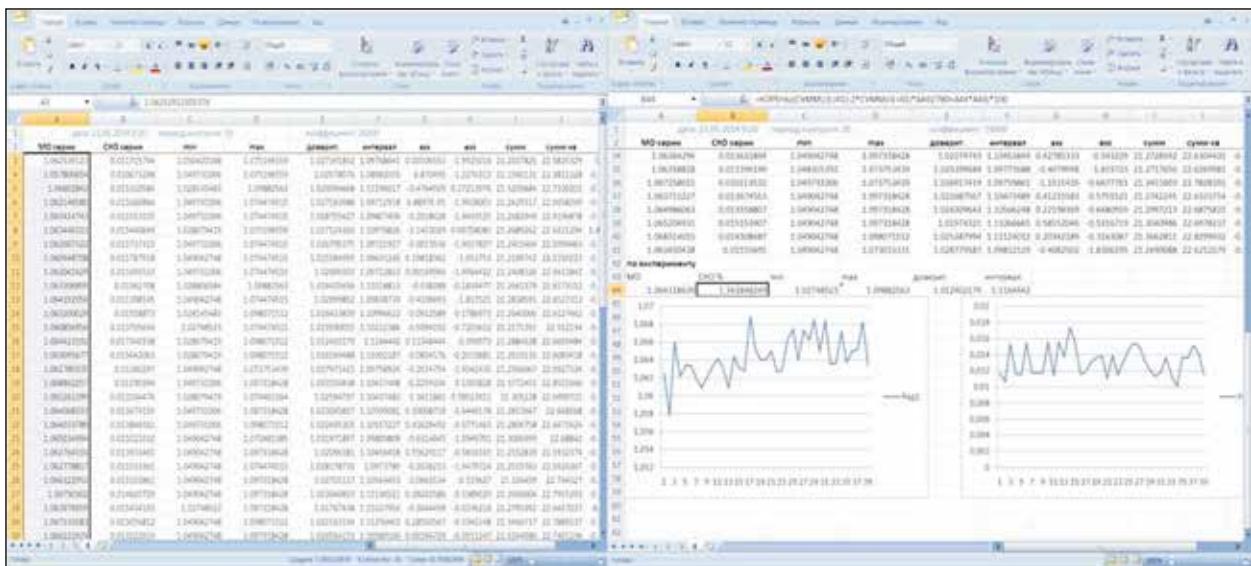


Рисунок 4 – Пример электронной таблицы с данными, экспортированными из файла, созданного управляющей программой

вающих фильтров, которые, в свою очередь, не претерпевают каких-либо заметных изменений во времени.

Испытанию подверглись 150 счетчиков типа СТС-5 и 450 счетчиков СБМ-20. В результате испытаний было показано, что чувствительность большинства счетчиков после нескольких десятков лет сохранилась в норме. Различие в чувствительности счетчиков двух исследованных типов и разных годов выпуска не превышало $\pm 5\%$.

Однако у 10 % исследуемых счетчиков чувствительность отличалась от среднего значения на недопустимо большую величину. Было также обнаружено, что у таких счетчиков частота импульсов со временем может увеличиваться. Отсюда следует немаловажный вывод.

Если дозиметрический прибор, в котором находится нестабильный счетчик, поверить установленным порядком, то после нескольких минут работы погрешность измерения может возрасти до сотен процентов.

Таким образом, существующая система метрологического обеспечения войсковых измерителей мощности дозы не обеспечивает необходимой достоверности проведения радиационной разведки³.

Для более детального изучения данной проблемы счетчики с выявленными отклонениями были исследованы с использованием цифрового запоминающего осциллографа. Была создана типовая схема включения газоразрядного счетчика со стандартным нагру-

зочным резистором, имеющим сопротивление в 5 МОм. При изучении формы электрических импульсов, возникающих на аноде счетчика, было обнаружено, что причиной повышения числа отсчетов являются ложные импульсы, периодически возникающие после регистрации гамма-кванта. Характерные осциллограммы, снятые с неисправных счетчиков, представлены на рисунке 5.

Анализ представленных осциллограмм показывает, что общей закономерности появления двойных или многократных лавин не существует.

У некоторых счетчиков (рисунок 5а, 5б) повторный разряд может возникнуть сразу же после того, как напряжение на счетчике после первого срабатывания восстановится до уровня начала счета. У других (рисунок 5в, 5г) повторные срабатывания могут происходить после полного восстановления напряжения на аноде. Утверждение о том, что в этих случаях повторный импульс является ложным, а не вызван регистрацией второго гамма-кванта, основывается на том, что аналогичные события наблюдаются на порядок чаще, чем у нормальных счетчиков, а также намного более той величины, которая возможна при наблюдении за событиями, подчиняющимися закону распределения Пуассона.

Так, например, у счетчиков с нормальной чувствительностью повторное срабатывание наблюдалось не более одного раза при регистрации 1000 гамма-квантов от фонового излучения. У счетчиков же с повышенной частотой

³ Приборы дозиметрические для измерения экспозиционной дозы, поглощенной дозы и мощности поглощенной дозы в воздухе гамма-излучения. Методика поверки: МИ 1788-87 ГСИ. Л., 1987. 30 с.

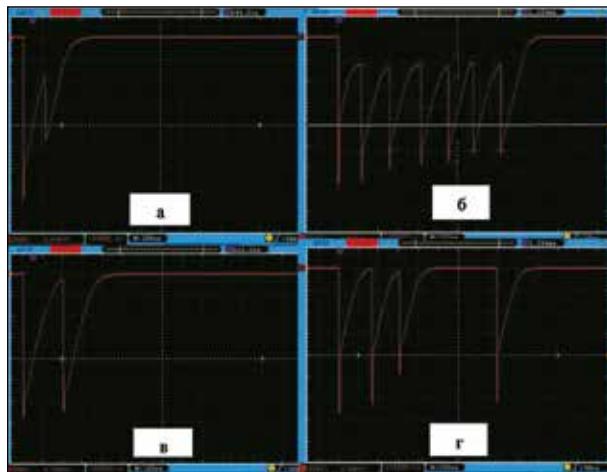


Рисунок 5 – Осциллограммы сигналов газоразрядных счетчиков с аномальной чувствительностью

- а – появление вторичного импульса после достижения напряжения начала счета;*
- б – появление многократных лавин после достижения напряжения начала счета;*
- в – появление вторичного импульса сразу же после полного восстановления напряжения;*
- г – появление вторичных импульсов как сразу же после полного восстановления напряжения, так и после некоторой задержки во времени*

импульсов повторные срабатывания при тех же условиях наблюдались до 100 раз и более. Этот факт однозначно указывает на наличие эффекта двойных или многократных лавин.

Дальнейшие исследования были направлены на более подробное изучение причин возникновения двойных лавин. Как известно из теории развития электрического разряда в газовой среде, между электродами счетчика после регистрации гамма-кванта происходит процесс, который можно условно разделить на два этапа [12].

Вначале, после возникновения первичной ионизации внутри чувствительного объема счетчика происходит лавинообразное увеличение количества свободных зарядов обоих знаков, которое вызвано высокой напряженностью электрического поля между электродами счетчика. Эти заряды, в свою очередь, обуславливают ток разряда и формируют передний фронт импульса длительностью порядка 1–2 мкс.

По расчетам, пиковое значение этого тока может составлять единицы миллиампер. В результате разряда напряжение на аноде счетчика резко уменьшается, вызывая соответствующее уменьшение и тока разряда. Следует заметить, что первоначальный большой ток разряда обусловлен не величиной нагрузочного сопротивления, а электрическим зарядом, накопленным на межэлектродной

емкости самого счетчика, который, в свою очередь, определяется величиной питающего напряжения (400 вольт) и электрической емкостью счетчика (порядка 10 пФ).

За интервал времени 1–2 мкс эта емкость разряжается до напряжения порядка 200 В. Амплитуда сформированного импульса в этом случае составит также 200 В.

После завершения лавинообразных процессов в момент минимального напряжения на счетчике его внутренний ток определяется током подпитки или током нагрузочного сопротивления. В несамогасящихся счетчиках первых модификаций газовый разряд мог поддерживаться бесконечно долго после первого срабатывания. Поэтому для прекращения разряда необходимо было снижать межэлектродный ток, используя большие нагрузочные сопротивления. Это приводило к тому, что после прекращения разряда существенно увеличивалось время восстановления рабочего напряжения на счетчике. Этот интервал называется «мертвым временем», так как гамма-кванты, попадающие в этот период, не регистрируются. Чем больше величина «мертвого времени», тем больше происходит просчетов гамма-квантов. Еще в большей степени это сказывается при больших мощностях доз. Таким образом, большое «мертвое время» является фактором, ограничивающим верхнюю границу диапазона измеряемых мощностей доз.

В газовом наполнении современных счетчиков присутствует специальная добавка, которая способствует гашению остаточного разряда и поэтому для подключения счетчика к высокому напряжению можно использовать относительно малое сопротивление порядка 5 МОм. Сравнительная оценка «малое» здесь вполне уместна, так как токи, наблюдаемые при заряде счетчика, исчисляются микроамперами. Время заряда счетчика – следовательно, и «мертвое время», в этом случае может составить от 50 до 100 мкс. При этом динамический диапазон измеряемых мощностей доз достигает четырех порядков.

В результате проведенных исследований различных электрофизических характеристик газоразрядных счетчиков было установлено, что способность к гашению той или иной величины тока у отдельных экземпляров одного типа счетчиков может существенно различаться. Это было обнаружено при подключении нагрузочных резисторов с сопротивлением меньше, чем стандартное значение в 5 МОм.

При снижении сопротивления наблюдалась общая тенденция, заключающаяся в повышении вероятности возникновения кратковременных сплошных разрядов (серии импульсов как на рисунке 5б) вплоть до появления непре-

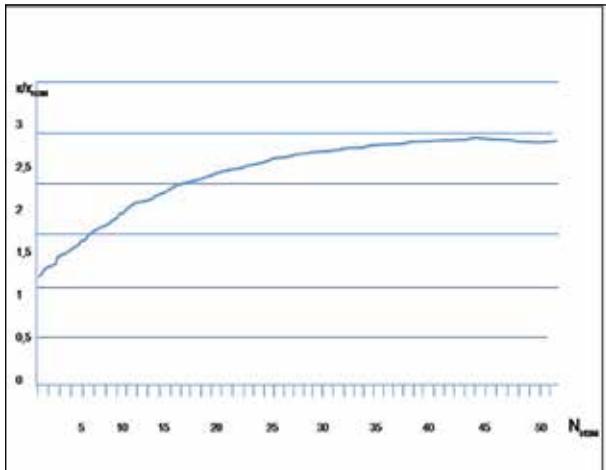


Рисунок 6 – График счетной характеристики счетчика с уменьшающейся гасящей способностью

рывного постоянного тока, аналогичного току газоразрядной лампы.

Различие счетчиков заключалось в том, что такие эффекты наблюдались у разных счетчиков при разных значениях нагрузочного сопротивления. Анализ проведенных измерений показал, что счетчики, имеющие аномальные отклонения по чувствительности, т.е. предрасположенные к генерации ложных импульсов, отличаются от нормы еще и тем, что при уменьшении нагрузочного сопротивления быстрее начинают переходить в режим сплошных разрядов. Другими словами, гасящая способность у этих счетчиков несколько уменьшена.

Отсюда следует важный вывод. Важнейшей характеристикой счетчика, обуславливающей его правильное функционирование, является сохранение в процессе эксплуатации способности, заключающейся в полном гашении остаточного тока разряда без возникновения повторных лавин. Для количественной оценки гасящей способности можно использовать либо величину внутреннего тока, которую может погасить счетчик, либо наименьшую величину нагрузочного сопротивления, которое не вызывает возникновения двойных лавин.

При наблюдении за счетчиками, работающими в поле излучения, было обнаружено также, что указанная гасящая способность может заметным образом уменьшиться с течением времени. Поэтому отдельные экземпляры счетчиков на испытательном стенде в первые минуты работы могут показывать чувствительность или скорость счета, практически укладывающуюся в допустимую погрешность, а затем, постепенно, в течение первого часа ра-

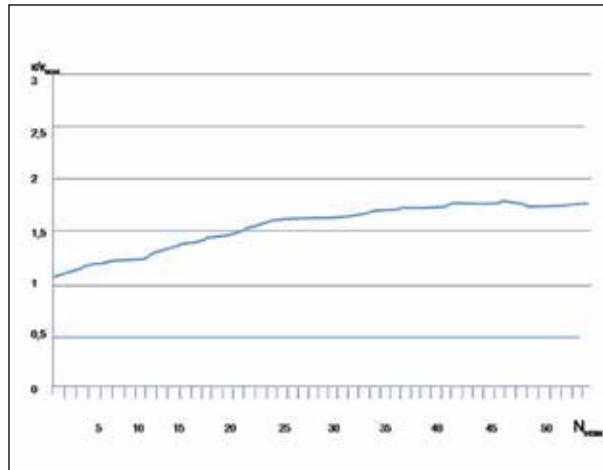


Рисунок 7 – Изменение скорости счета под воздействием низкой температуры

боты, их скорость счета при постоянной мощности дозы возрастает до 2–3 раз по сравнению с первоначальной.

График счетной характеристики такого счетчика приведен на рисунке 6.

Самым проблемным является то, что дозиметрический прибор с таким счетчиком во время процедуры поверки может показать себя «нормальным» или почти «нормальным»⁴. Небольшое отклонение кажущейся чувствительности может быть скомпенсировано при градуировке. Однако через несколько минут работы такой прибор может выдавать недостоверные показания. Как уже было отмечено выше, уменьшение гасящей способности счетчика может быть вызвано самим фактом нахождения счетчика во включенном состоянии.

Если оперировать понятием «пограничное значение гасящей способности», то становится также понятным такое общеизвестное явление, как «наклон плато счетной характеристики» [13].

При увеличении питающего напряжения происходит увеличение остаточного тока на завершающем этапе развития лавины. Если гасящая способность счетчика имеет «запас прочности», то ничего особенного в этом случае не произойдет. Ложные разряды не образуются и чувствительность сохранится неизменной. Однако, если гасящая способность имеет пограничное значение, то повышение напряжения питания, приводящее к повышению остаточного тока, также будет способствовать увеличению вероятности возникновения двойных лавин. При этом будет наблюдаться увеличение скорости счета, называемое в ли-

⁴ Приборы дозиметрические для измерения экспозиционной дозы, поглощенной дозы и мощности поглощенной дозы в воздухе гамма-излучения. Методика поверки: МИ 1788-87 ГСИ. Л., 1987. 30 с.

тературе «наклоном плато» счетной характеристики [13]. На некоторых предприятиях промышленности входной контроль счетчиков осуществляют именно на предмет наличия или отсутствия «наклона плато». К недостаткам такой проверки следует отнести то, что за относительно короткое время испытаний счетчик может показать удовлетворительную гасящую способность и не дать заметного количества ложных импульсов. Наклон плато при этом будет находиться в пределах нормы. Однако это никак не гарантирует, что в дальнейшем у такого счетчика ложные лавины не появятся и погрешность прибора после поверки не превысит допустимых пределов.

Установив причину повышенной погрешности при нормальных температурах, дальнейшие исследования мы направили на изучение влияния на счетчик низких температур. Если допустить, что идеальный счетчик вырабатывает один импульс при регистрации одного гамма-кванта, то изменение температуры никаким образом не приведет к изменению его чувствительности. Это обусловлено тем, что вероятность взаимодействия гамма-квантов со стенкой счетчика не зависит от температуры. Отсюда следует, что возможную зависимость характеристик счетчика от температуры следует искать со стороны газовой компоненты, то есть гасящей способности и, соответственно, ложных импульсов.

Справедливо предположить, что если у счетчика имеется достаточный «запас прочности» по току гашения, то понижение температуры не вызовет появления ложных импульсов. Поэтому для обнаружения факта влияния низких температур на счетчик были подобраны счетчики с граничным значением гасящей способности, но, в то же время, прошедшие испытания при нормальной температуре.

После этого стенд с закрепленным на нем радиоактивным препаратом (источник Sr⁹⁰+Y⁹⁰) во включенном состоянии был подвержен воздействию температуры минус 40 °С. Полученные результаты измерения скорости счета представлены на рисунке 7.

Из графика видно, что у испытуемого счетчика наблюдается явное снижение гасящей способности с понижением температуры, которое приводит к существенному увеличению количества ложных импульсов и, соответственно, увеличению общей скорости счета.

Кроме данных счетчиков, на стенде были включены еще два контрольных счетчика, имеющие достаточный «запас прочности» по току гашения. Как и предполагалось ранее, скорость счета у них при воздействии низкой температуры не изменилась.

Таким образом, в результате проведенных исследований было показано, что основной причиной появления у прибора на газоразрядном счетчике большой погрешности является недостаточная гасящая способность, приводящая к генерации ложных импульсов.

Немаловажным фактом, кроме этого, является то, что вышеназванная способность может спонтанно измениться в некоторых пределах или может быть подвержена воздействию внешних факторов, например, такого, как воздействие отрицательных температур.

Из вышесказанного следует, что для повышения достоверности проводимых радиационных измерений надо контролировать факт отсутствия повторных лавин непосредственно во время самих измерений. В противном случае погрешность измерений будет не нормирована, а прибор можно будет использовать только лишь в качестве индикаторного средства.

Для оценки сохранения метрологических характеристик можно использовать схему, позволяющую обнаруживать двойные или многочленные лавины.

Повторные лавины возникают практически сразу же после завершения первичного импульса от зарегистрированного гамма-кванта. Следовательно, используя дополнительный счетный канал, который суммирует такие события, можно установить факт наличия двойных лавин [14].

В принципе, существует вероятность прихода вторичного гамма-кванта после восстановления напряжения на счетчике при регистрации первого, однако такие события довольно редки и их частота определяется строгими вероятностными законами, позволяющими точно ее рассчитать. Все, что получено свыше расчетного значения, можно будет классифицировать как ложные импульсы. Счетчики с обнаруженным эффектом двойных лавин следует однозначно отбраковывать и заменять на исправные.

Подтверждением правильности сделанных выводов может служить тот факт, что к такому же выводу пришли специалисты КНР [15]. Однако ими предложено более радикальное техническое решение по борьбе с ложными импульсами газоразрядного счетчика. Так как вышеупомянутая гасящая способность счетчика, которая является «слабым звеном», обеспечивается специальной компонентой, входящей в газовое наполнение счетчика, предложено исключить ее полностью, а функцию гашения лавины осуществлять с помощью электроники, что в настоящее время, скорее всего, технически реализуемо. Такая мера может позволить упростить производство самих счетчиков, продлить срок их службы и, самое главное, исключить саму ве-

роятность возникновения ложных лавин, что, в свою очередь, обеспечивает независимость метрологических характеристик счетчика от длительности эксплуатации и воздействия низких температур. Кроме этого, «мертвое время» счетчика становится контролируемым и определяется настройками управляющей электронной схемы. Это позволит учитывать «мертвое время» при обработке результатов измерения и повысить точность измерения при больших мощностях доз.

Выводы

1. Показано, что основной причиной возникновения больших погрешностей у дозиметрических приборов на газоразрядных счетчиках является генерация ложных импульсов из-за снижения гасящей способности счетчика. Современная система метрологического обеспечения войсковой дозиметрической аппаратуры не обеспечивает необходимой достоверности процедуры поверки и градуировки. Причиной являются ложные импульсы, которые могут появиться спустя некоторое время после завершения поверки.

2. Обнаружено, что определенное количество газоразрядных счетчиков в составе измерителей мощности дозы, прошедших стандартную процедуру поверки, при воздействии низких температур будут обуславливать высокую дополнительную погрешность за счет не сохранения в полной мере своей гасящей способности. Для выявления такого дефекта в измерительную схему дозиметрических приборов на газоразрядных счетчиках необходимо вводить узел индикации двойных лавин.

3. Реализация полученных результатов позволит повысить надежность дозиметрической аппаратуры, построенной на газоразрядных счетчиках, в том числе и в условиях Крайнего Севера, а также обеспечит большую сохранность ее метрологических характеристик.

4. В перспективе целесообразно провести исследование по переводу дозиметрической аппаратуры на электронное управление газоразрядными счетчиками с целью оценки повышения долговечности счетчиков и снижения затрат на их производство.

Информация о конфликте интересов

Авторы заявляют, что исследования проводились при отсутствии любых коммерческих или финансовых отношений, которые могли бы быть истолкованы как потенциальный конфликт интересов.

Сведения о рецензировании

Статья прошла открытое рецензирование двумя рецензентами, специалистами в данной области. Рецензии находятся в редакции журнала и в РИНЦе.

Список источников

1. Геополитические интересы государств в Арктике / Сб. под ред. В.П. Ковали и Д.Н. Лыжина // Коваль В.П. Морская геополитика в контексте XXI века. СПб.: 2013. С. 129–141.

Koval V.P. Report at the international geography and ocean mapping conference. The marine geopolitics in the context of XXI century. RISI. 2013. P. 129–141 (in Russian).

2. Назаренко А. Военная активность зарубежных стран в Арктическом регионе // Зарубежное военное обозрение. 2018. № 8. С. 11–17.

Nazarenko A. Foreign military activities at the Arctic region // The Foreign Military Review. 2018. № 8. P. 11–17 (in Russian).

3. Светов И. Арктика – регион столкновения интересов зарубежных стран. // Зарубежное военное обозрение. 2016. № 5. С. 3–11.

Svetov I. The Arctic is the region of the foreign countries conflict of interest. The Foreign Military Review. 2016. № 5 (830) (in Russian).

4. Pandey S. Role of Geiger-Muller counter in

modern physics // J. Pure Appl. Industr. Physics. 2017. V. 5(7). P. 192–196.

5. Патент JP2015194454, Япония (2015) (in Russian).

Patent JP2015194454, Japan (2015).

6. Патент JP2014055817, Япония (2014).

Patent JP2014055817, Japan (2014).

7. Патент JP2016020886, Япония (2015).

Patent JP2016020886, Japan (2014).

8. Патент JP2018146316, Япония (2018).

Patent JP2018146316, Japan (2017).

9. Патент RU0002674119, Российская Федерация (2018) (in Russian).

Patent RU0002674119, The Russian Federation (2018).

10. Артемьева И.В., Засадыч Ю.Б., Малышев Е.К. Газоразрядные счетчики Гейгера-Мюллера для атомной техники // Атомная энергия за рубежом. 1988. № 9. С. 11–17.

Artemieva I.V., Zasadych Yu.B., Malyshev E.K. Geiger Muller counters for the atomics // Foreign Atomic Energy. 1988. № 9. P. 11–17 (in Russian).

11. Малышев Е.К., Засадыч Ю.Б., Стабровский С.А. Газоразрядные детекторы для контроля ядерных реакторов. М.: Энергоатомиздат, 1991. 160 с.
 Malyshev E.K., Zasadych Yu.B., Stabrovskiy S.A. Gas-discharge detectors for the nuclear reactors monitoring. Moscow: Energoatomizdat, 1991. 160 p. (in Russian).
12. Актон Д.Р. Газоразрядные приборы с холодным катодом М.: Энергия, 1965. 320 с.
 Akton D.R. Gas-discharge devices with the field-emission cathode. Moscow: Energy, 1965. 320 p.
13. Калашникова Д.И., Козодаев М.С. Детекторы элементарных частиц: учебное пособие. М.: Наука, 1966. 407 с.
 Kalashnikova D.I. Fundamental particles detectors: tutorial. Moscow: Nauka, 1966. 407 p. (in Russian).
14. Патент 2685045, Российской Федерации (2019). Patent № 2610502, Russian Federation (2019).
15. Патент CN204405851, Китай (2015). Patent CN204405851, China (2015).

Об авторах

Федеральное государственное бюджетное учреждение «33 Центральный научно-исследовательский испытательный институт» Министерства обороны Российской Федерации, 412918, Российская Федерация, г. Вольск-18 Саратовской обл., ул. Краснознаменная, д. 1.

Васильев Алексей Вениаминович. Начальник отдела, канд. техн. наук, доцент.

Глухов Юрий Александрович. Старший научный сотрудник, канд. техн. наук.

Кулагин Иван Юрьевич. Научный сотрудник.

Абаева Ксения Сергеевна. Младший научный сотрудник.

Контактная информация для всех авторов: 33cnii-fes@mil.ru

Контактное лицо: Глухов Юрий Александрович; 33cnii-fes@mil.ru

Ensuring Effective Functioning of Gas-Discharge Counters, Used in the Military Dose Rate Meters, in the Arctic Zone

A.V. Vasiliev, Yu.A. Glukhov, I.Y. Kulagin, K.S. Abaeva

Federal State Budgetary Institution «The 33 Central Research Test Institute» of the Ministry of Defence of the Russian Federation, Krasnoznamennaya Street 1, Volsk-18, Saratov region 412918, Russian Federation

The Arctic zone is a priority area for the development and for ensuring the national security of the Russian Federation. At the same time, the region's rich natural resources create conditions for military conflicts and armed struggle of states for possession of these resources. Such conflicts might culminate with an exchange of nuclear strikes. The modern system of metrological support of military dosimetry equipment does not provide the necessary reliability of the verification and calibration procedure under low temperatures in the Arctic zone. The aim of this work is to ensure the effective functioning of gas-discharge counters, used in the military dose rate meters, in the Arctic Zone. It is established, that the reason for the low reliability of readings of military dosimeters can be the generation of false pulses due to a decrease in the suppressing ability of the counter. False impulses may appear soon after the completion of the verification. It is shown in the article, that in order to increase the reliability of measurements for devices on gas-discharge counters, it is necessary to introduce a diagnostic unit into their measuring circuit, which makes it possible to detect the presence of false pulses directly during the measurement. The implementation of the results obtained will increase the reliability of dosimetry equipment in the Far North and will also ensure greater safety of its metrological characteristics. In future, there are good reasons to conduct a study on transfer of dosimetry equipment to electronic control of gas-discharge counters in order to assess the increase in the durability of the counters and reduce the cost of their production.

Keywords: low temperature effect; gas-discharge counter; double avalanches; counter diagnostics; ionizing radiation; measurement uncertainty.

For citation: Vasiliev A.V., Glukhov Yu.A., Kulagin I.Y., Abaeva K.S. *Ensuring Effective Functioning of Gas-Discharge Counters, Used in the Military Dose Rate Meters, in the Arctic Zone* // *Journal of NBC Protection Corps.* 2020. V. 4. № 3. P. 374–383. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-3-374-383>



Conflict of interest statement

The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationship that could be construed as a potential conflict of interest.

Peer review information

The article has been peer reviewed by two experts in the respective field. Peer reviews are available from the Editorial Board and from Russian Science Citation Index database.

References

See P. 381–382.

Authors

Federal State Budgetary Establishment «33 Central Scientific Research Test Institute» of the Ministry of Defence of the Russian Federation, 1 Krasnoznamennaya Street, Volsk-18, Saratov Region 412918, Russian Federation.

Aleksey Veniaminovich Vasiliev. Chief of the Department, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor.

Yuri Alexandrovich Glukhov. Senior Researcher, Candidate of Technical Sciences.

Ivan Yurievich Kulagin. Researcher.

Kseniya Sergeevna Abaeva. Junior Researcher.

Contact information for all authors: 33cnii-fes@mil.ru

Contact person: Grigory Vladimirovich Skoblikov; 33cnii-fes@mil.ru