

2. *Siyamak, S.* A study of molecular structure, UV, IR and ¹H NMR spectra of a new dichroic dye on the basis of quinoline derivative / H. A. Almodarresiyeh, R. Kumar, M. Darroudi // Journal of Molecular Structure. – 2015. – Vol. 1088. – P. 105–110.

РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ СИСТЕМ РАДИАЦИОННЫХ ПОРТАЛЬНЫХ МОНИТОРОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ

DEVELOPMENT OF RECOMMENDATIONS FOR RADIATION PORTAL MONITORS SYSTEMS APPLICATION FOR ENSURING RADIATION SAFETY ON POTENTIALLY SERIOUS FACILITIES

П. И. Дубровский, А. И. Дубровский, В. В. Журавков
P. Dubrovski, A. Dubrovski, V. Zhuravkov

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ;
г. Минск, Республика Беларусь
dubrovsky.pi@gmail.com
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Окружающая среда и население планеты сегодня подвержена различным экологическим рискам. Риск радиоактивного загрязнения окружающей среды требует повышенного внимания, так как последствия радиационных катастроф особенно разрушительны для экологии. Основными источниками угрозы радиоактивного загрязнения являются объекты атомной промышленности, а также ядерное оружие и терроризм. Использование систем радиационных портальных мониторов на различных потенциально опасных объектах является основной превентивной мерой пресечения незаконного оборота радиоактивных веществ и позволяет обеспечить радиационную безопасность населения.

The environment and the population of the planet today are subject to various environmental risks. The risk of radioactive contamination of the environment requires increased attention, since the consequences of radiation disasters are especially damaging to the environment. The main sources of the threat of radioactive contamination are objects of the atomic industry, as well as nuclear weapons and terrorism. The use of radiation portal monitor systems at various potentially dangerous facilities is the main preventive measure to suppress the illicit trafficking of radioactive materials and allows for the radiation safety of the population.

Ключевые слова: радиационный портальный монитор, радиационная безопасность, ионизирующее излучение.

Keywords: radiation portal monitor, radiation safety, ionizing radiation.

В последнее время человечество довольно часто встречается с техногенными катастрофами различного масштаба. Такие происшествия имеют разнообразные причины и природу. Наиболее разрушительными и необратимыми можно считать радиационные катастрофы. Для защиты окружающей среды и населения от радиационных угроз проводятся различные мероприятия по обеспечению радиационной безопасности.

Радиационная безопасность – это комплекс административных, санитарно-гигиенических и технических мероприятий, которые позволяют ограничить облучение населения и уменьшить радиоактивное загрязнение окружающей среды. Из перечня мер по обеспечению радиационной безопасности, от разработки нормативно-правовой документации до образовательных и воспитательных мероприятий, можно выделить радиационный контроль.

Радиационный контроль – это контроль за соблюдением норм радиационной безопасности и правил работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующего излучения, а также надзор за уровнем облучения населения и персонала, за радиационной обстановкой на потенциально опасных объектах и в окружающей среде. Технически радиационный контроль осуществляется с помощью различных приборов и систем радиационного контроля, выполняющих такие задачи, как обнаружение ионизирующего излучения, поиск и локализация источника ионизирующего излучения, идентификация изотопов и прочие.

Существует множество разновидностей систем радиационного контроля. Такие системы как правило используют комплекс детектирующих элементов разного назначения.

Общая схема детектора представлена на рис. 1.

Чувствительная часть детектора (сцинтиллятор) – это люминесцентный материал, в котором возникают вспышки света при попадании на него гамма-квантов. Материал сцинтиллятора может быть неорганическим и, реже, органическим. Вспышки света, возникшие в сцинтилляторе, усиливаются и регистрируются фотоэлектрическим умножителем (ФЭУ).

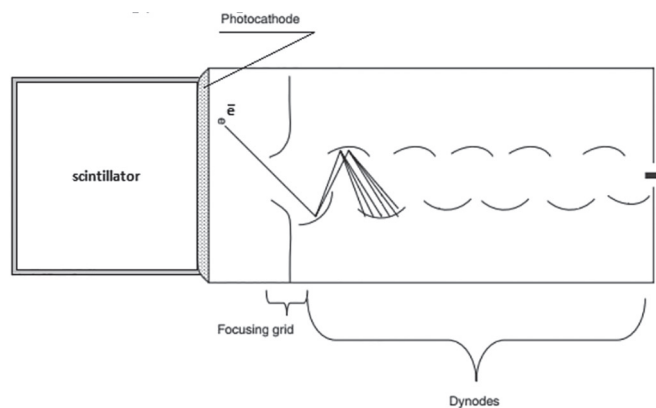


Рисунок 1 – Схема устройства сцинтилляционного детектора

При взаимодействии гамма-квантов со сцинтиллирующим материалом в нем возникают ионизированные атомы, которые испускают фотоны света при переходе в состояние с более низкой энергией. Для увеличения испускания видимых фотонов и для обеспечения регистрации этих фотонов ФЭУ ко всем сцинтилляторам добавляются небольшие количества примесей – активаторов. Фотоны, возникающие в материале сцинтиллятора, проходя сквозь примеси активатора, добавляются к фотонам, которые могут быть зарегистрированы ФЭУ [1]. Так же сцинтиллятор обычно окружается отражающим материалом для минимизации потерь света и оптически соединяется с фотокатодом ФЭУ. Фотоны, попавшие на фотокатод, в результате фотоэлектрического эффекта высвобождают электроны. Затем фотоэлектроны ускоряются в электрическом поле в ФЭУ и сталкиваются с электродами в трубке (динадами), высвобождая дополнительные электроны [2]. Таким образом, электронный поток сильно умножается по сравнению с его первоначальным значением на поверхности фотокатода. Наконец, усиленный зарядовый импульс поступает на выходной электрод (анод) трубки. В итоге формируется выходной сигнал, который пропорционален энергии, которую потерял гамма-квант в материале сцинтиллятора [2].

В зависимости задач, которые будут поставлены перед детектором, сцинтилляционные элементы могут быть выполнены из разных материалов. Так, например, детекторы на основе сцинтилляционных кристаллов (CsI, NaI, и т. п.), предназначенные для регистрации и спектрометрического анализа гамма излучения, детекторы на основе He-3, используемые для регистрации нейтронов [1], и детекторы на основе поливинилтолуола, наиболее стойкие к внешним воздействиям и чувствительные к незначительным превышениям радиационного фона за счет больших объемов детектора, объединяются в единую систему для осуществления комплексного радиационного контроля. Поэтому для эффективного обнаружения радиоактивных веществ и других источников ионизирующего излучения используются системы радиационных порталных мониторов, построенных на базе детекторов с пластиковыми сцинтилляторами большого объема.

Системы порталных радиационных мониторов – это средства непрерывного радиационного контроля, которые предназначены для обнаружения источников гамма- и нейтронного излучения. Системы порталных радиационных мониторов обеспечивают автоматическое обнаружение источников ионизирующего излучения, которые могут переноситься пешеходами или транспортными средствами. Обнаружение источников ионизирующего излучения достигается путем измерения уровня гамма- или нейтронного излучения в момент, когда человек или транспортное средство находится в зоне досмотра, и сравнения этого уровня с фоновым уровнем излучения, измеряемым и корректируемым в периоды времени, когда зона досмотра свободна. Постоянное измерение фонового уровня излучения и корректировка порога срабатывания дают возможность сохранять неизменным статистический уровень ложных сигналов тревоги [3]. Для корректной работы таких систем необходимы соответствующие датчики присутствия, позволяющие однозначно определить время, когда необходимо проводить радиационный контроль перемещающихся пешеходов и транспортных средств, а когда контролировать уровни фонового излучения [3].

Применять такие системы следует на пограничных объектах, на территории предприятий атомной промышленности, в особо важных правительственных учреждениях и прочих локациях, где необходимо проводить мониторинг потока транспортных средств, грузов, персонала и населения на предмет незаконного оборота источников ионизирующего излучения. Использование таких систем позволяет обеспечить внутреннюю безопасность потенциально опасных объектов, а также пресечь незаконный оборот радиоактивных веществ и предотвратить возможные ядерные террористические акты.

Существует множество реализаций систем порталных радиационных мониторов, но все подобные системы обладают определенным перечнем характерных черт. Портальные радиационные мониторы, как правило, состоят из системы детекторов, смонтированных в одной или двух вертикальных стойках, и соответствующей электроники. Чувствительность прибора сильно зависит от расстояния, поэтому важно, чтобы контролируемое лицо или транспортное средство располагалось как можно ближе к системе детекторов. Поэтому мониторы смонтированы таким образом, что все пешеходы, транспортные средства и перемещаемые грузы вынуждены перемещаться в непосредственной близости от них или между ними. Так же детектирующие элементы должны ограждать зону досмотра, а подаваемые тревожные сигналы должны быть четко видны сотрудникам, работающим на пункте контроля [3].

Можно выделить две основные реализации: пешеходные и транспортные. Схема транспортного порталного радиационного монитора представлена на рис. 2 [4].

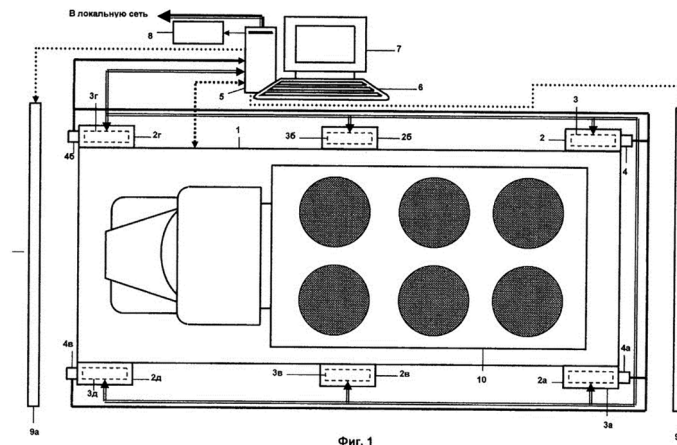


Рисунок 2 – Транспортный радиационный порталный монитор

На схеме транспортного радиационного порталного монитора, изображенной на рисунке 1, применены следующие обозначения: 1 – прямоугольный весовой датчик, 2, 2а, 2б, 2в, 2г, 2д – стойки, 3, 3а, 3б, 3в, 3г, 3д – детекторы, 4, 4а, 4б, 4в – датчики присутствия, 5 – блок электроники с микропроцессором, 6 – выносной пульт, 7 – блок отображения, 8 – блок звуковой сигнализации, 9, 9а – дорожные блокираторы [4].

Транспортные порталные радиационные мониторы следует использовать при необходимости постоянного радиационного контроля за железнодорожными составами, транспортными средствами и контейнерами, почтой и багажом. Целесообразно использовать такие порталные радиационные мониторы в аэропортах, морских портах, на пограничных пунктах пропуска, АЭС и предприятиях ядерной промышленности, почтовых терминалах и т. д. Использование стационарно смонтированных радиационных мониторов для обнаружения источников излучения в транспортных средствах затрудняется в силу естественного экранирования, обеспечиваемого конструкцией транспортного средства и его компонентами. Поэтому для транспортных мониторов требуются две стойки, и максимальное рекомендуемое расстояние между стойками составляет 6 м. Поскольку чувствительность монитора также сильно зависит от времени контроля излучения, прибор следует устанавливать в тех местах, где скорость транспортного средства контролируется и снижается. Так же существует рекомендация, чтобы скорость транспортного средства не превышала 8 км/ч, а транспортному средству не разрешалось останавливаться при прохождении через монитор [3].

Мониторы для пешеходов могут выполняться в виде одностоечных или двухстоечных мониторов. Для наиболее эффективного использования пешеходных радиационных порталных мониторов следует организовать поток пешеходов таким образом, чтобы расстояние до монитора при прохождении рядом с ним составляло до 1,0 м [3]. Пешеходные порталные радиационные мониторы следует использовать, если необходим постоянный радиационный контроль над потоком людей и(или) багажа. Такая необходимость существует на пешеходных таможенных контрольно-пропускных пунктах (КПП), КПП атомных электростанций и прочих предприятиях атомной промышленности, КПП предприятий по добыче, переработке и хранению радиоактивных и ядерных материалов, на металлургических комбинатах и предприятиях по сбору и переработке металлолома и ТБО, а также в офисах, банках и т. д.

Системы порталных радиационных мониторов, помимо детектирующих элементов и блоков обработки, как правило, включают в себя и специализированное программное обеспечение. Это программное обеспечение позволяет оптимизировать эксплуатацию и управление такими системами, а именно позволяет дистанционно управлять конкретной системой радиационных мониторов, наблюдать за ее работой, автоматизировать процессы сбора и анализа информации о радиационном состоянии, формирования отчетов.

Использование специализированного программного обеспечения как части системы порталных радиационных мониторов значительно повышает эффективность работы таможенных органов в области радиационного контроля: позволяет получать оперативную информацию о радиационном состоянии на пунктах контроля, позволяет фиксировать фото- или видеоизображение объектов, вызвавших тревогу, автоматизирует процесс создания отчетов об эффективности контроля над перемещением ядерных и радиоактивных материалов. Таким образом, обеспечивается раннее предупреждение о возможности радиационного загрязнения либо террористического акта.

В данной работе описывается процесс разработки программного обеспечения «PM5000 Workstation» как частного случая специализированного программного обеспечения систем радиационных порталных мониторов. Данное программное обеспечение позволяет осуществлять дистанционное управление и наблюдение за работой установок радиационного контроля УРК-PM5000. Применение такого программного обеспечения в совокупности с аппаратными средствами – эффективный подход в обеспечении радиационной безопасности на потенциально опасных объектах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Knoll, G. F. Radiation detection and measurement / G. F. Knoll; New York: John Wiley & Sons, Inc. – 1979. – 816 p.
2. Райлли, Д. Пассивный неразрушающий анализ ядерных материалов / Дуглас Райлли [и др.]; пер. с англ. – М.: ВНИИА, 2000. – 43 с.
3. Detection of radioactive materials at borders : materials of Radiation Safety Section International Atomic Energy Agency, Vienna, September 2002. – Vienna: IAEA, 2002. – 12 p.
4. Транспортный порталный радиационный монитор: пат. 2245563 РФ, МПК7 G 01 T 1/167, / С. Ю. Кузнецов, А. А. Шевчик; заявитель ЗАО «ИНТРА» – №а 2003125235/28 ; заявл. 18.08.2003 ; опубл. 27.01.2005 // Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. – 2005. – № 3.

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЙ ПЭТ И ПАРАМЕТРОВ РЕКОНСТРУКЦИИ ANALYSIS OF THE QUALITY OF PET IMAGE AND RECONSTRUCTION PARAMETERS

Е. В. Емельяненко, И. Г. Тарутин
E. Emelianenko, I. Tarutin

*Республиканский научно-практический центр онкологии и медицинской радиологии
им. Н. Н. Александрова, г. Минск, Республика Беларусь
zheka-ava@mail.ru*

N. N. Alexandrov National Cancer Centre of Belarus, Minsk, Republic of Belarus

Проанализированы современные алгоритмы реконструкции и их влияние на качество изображения. Выполнена оценка изменения стандартизированного показателя накопления (SUV) и области интереса (метаболического объема, ROI) в зависимости от параметров реконструкции.

Modern reconstruction algorithms and their impact on image quality are analyzed. An assessment of the change in the standardized accumulation index (SUV) and the region of interest (metabolic volume, ROI) depending on the reconstruction parameters are considered.

Ключевые слова: итерация, подмножество, алгоритм реконструкции, качество, изображение, визуализация, накопление.

Keywords: iteration, subset, reconstruction algorithm, quality, image, visualization, accumulation.

Качества изображения в позитронно-эмиссионной томографии определяется множеством факторов, которые можно обобщить и дифференцировать на две основных группы: характеристики оборудования, и программная обработка данных, а именно реконструкция. В современной позитронно-эмиссионной томографии (далее ПЭТ) используются в основном итерационные методы реконструкции. Путем изменения параметров реконструкции, а именно подмножеств, итераций можно влиять на качество и характеристики получаемого изображения.

В данной работе все реконструкции изображений получены при обследованиях реальных пациентов. Обследования выполнялись на аппарате DISCOVERY 710, позитронно-эмиссионном томографе совмещенном с компьютерным томографом. Детектирующая система выполнена на основе кристаллов LYSO. В качестве примера в данной работе выбран один пациент (для набора статистических данных использовано 10 исследований). Все пациенты имеют диагноз Лимфома. Исследование выполнено с препаратом фтордизоксиглюкоза (ФДГ). Интерес к пациентам с данным диагнозом связан с наличием множественных очагов накоплений различных размеров, формы и контраста. Основные параметры диагностического протокола: время набора – 20 мин., SHARP-IR-включен, фильтр cut-off- 6, Z-Axis Filter – отключен.

Выполнены реконструкции с изменением количества используемых подмножеств, которые варьируются от 1 до 48. Помимо значительной динамики визуальных характеристик отмечено изменение ROI (область интереса), SUV (стандартизированный показатель накопления), SD (стандартное отклонение). Для количественной оценки было выбрано два патологических очага, а именно в области средостения и печени. Данные измерений занесены в табл. 1.

Для оценки результатов, зависимости выполнено построение графиков, а также аппроксимация кривых. Была выполнена аппроксимация квадратичной, линейной, полиномиальной и логарифмической зависимостью. Наилучшая величина достоверности аппроксимации R^2 выбрана при полиномиальной зависимости (полином 3-ей степени, с величиной достоверности аппроксимации 0,98, рис. 1).

Изображения, реконструированные с использованием 48 подмножеств отличаются большим количеством деталей, которые могут быть приняты за «ложно-положительный результат».