

Методика определения негативного воздействия γ – излучения на волоконно-оптические системы передачи информации

Д.С. Дмитриева¹, В.М. Пилипова¹, В.И. Дудкин¹, Е.И. Андреева¹, В.В. Давыдов^{2,3}

¹Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. профессора М.А. Бонч-Бруевича, просп. Большевиков 22, корп. 1, Санкт-Петербург, Россия, 193232

²Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Политехническая 29, Санкт-Петербург, Россия, 195251

³Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии, Институт 5, Большие Вяземы, Россия, 143050

Аннотация. В статье обоснована необходимость разработки методики определения факта воздействия γ - излучения на волоконно-оптические системы передачи информации. Рассмотрены физические явления, которые приводят к увеличению потерь при передаче информации по волоконно-оптической линии связи при воздействии на неё γ - излучения. Представлены результаты исследования влияния дозы гамма облучения волокна и светоотражающего покрытия на величину затухания оптического сигнала. Определены факторы, которые снижают влияние негативного воздействия γ - излучения на величину потерь в волоконно-оптической линии связи. Разработана методика определения факта воздействия γ - излучения на волоконно-оптическую линию связи. Предложен способ оценки дозы воздействия γ - излучения на волоконно-оптическую линию связи и восстановления её работоспособности. Представлены результаты экспериментальных исследований.

1. Введение

Развитие научно-технического прогресса привело к появлению большого числа негативных факторов, которые при взаимодействии с веществом изменяют его физические свойства [1-6]. Эти воздействия нарушают функционирование различных систем, например, линий связи, или приводят к полной потере их работоспособности [7-11]. Наибольшие сложности возникают при идентификации самого факта негативного воздействия на систему, особенно в случае отсутствия внешних повреждений. К одним из таких факторов относится γ – излучение. Волоконно-оптические линии связи (ВОЛС), которых с каждым годом используется все больше и больше, обладают повышенной чувствительностью к воздействию γ – излучения [12-17]. Даже в случае короткого времени облучения. Очень многое зависит от дозы поглощения или уровня радиации.

В настоящее время на магистральных линиях связи различного назначения используется одномодовое волокно, сердцевина которого изготовлена из чистого кварца или кварца, легированного различными элементами. В типовых ВОЛС используется волокно с сердцевиной

SiO₂ – GeO₂. Рабочая длина волны 1550 нм, потери на данной λ составляют от 0.21 до 0.24 дБ/км. Для сердцевины из чистого кварца потери составляют порядка 0.18 дБ/км [15-17]. В случае появления в зоне размещения волоконно-оптической линии связи источника γ – излучения они могут увеличиться до 400 дБ/км и более. Зона сильного облучения оптического волокна с учетом неравномерности воздействия от одиночного источника радиоактивного излучения, например, контейнер с радиоактивными отходами, может составлять более 100-150 м. В этом случае затухание оптического сигнала в ВОЛС будет очень большим. При передаче информации на расстояния более 200 км на выходе ВОЛС уровень сигнала может стать ниже уровня шумов. Информация будет утеряна или искажена.

С учетом того, что магистральные ВОЛС имеют большую протяженность и располагаются в различных условиях исключить факт данного воздействия γ – излучения невозможно. Особенно в условиях высокого уровня техногенных катастроф. В ряде случаев факты утечек радиации и другие сложные с радиацией ситуации или замалчиваются, или о них не своевременно сообщают. Участились случаи временного размещения радиоактивных материалов рядом с местом расположения ВОЛС.

Необходимо также отметить, что ВОЛС до определенной дозы γ – излучения изменяет свои свойства без повреждений структуры (представляет собой единую оптическую систему). Поэтому рефрактометры, которые используются для определения наличия обрывов и других повреждений в оптических волокнах, не позволяют в данном случае установить причину резкого увеличения потерь, которые привели к полному затуханию оптического сигнала. Даже в городской черте, где в конфигурации ВОЛС большое число оптических делителей/сплиттеров, транспондеров, разъемов и т.д. Можно только установить участок волокна после многочисленных переключений, где происходят потери.

Кроме того, в отличие от других материалов оптическое волокно не накапливает в своей структуре радиоактивное излучение. Поэтому после снятия воздействия γ – излучения уровень радиации около ВОЛС будет соответствовать естественному. При размещении ВОЛС в воздушной среде после прекращения облучения, определить место возникновения данного дефекта крайне сложно без использования переключений разъемов на коммутаторе.

Научные разработки для ВОЛС, предназначенных для использования на потенциально-опасных объектах [13-17] в основном сосредоточены на рассмотрении оптических волокон из чистого кварца, который наиболее устойчив к γ – излучению. Кроме того, данные ВОЛС применяются для передачи сигналов на небольшие расстояния, с невысокой скоростью и т.д. Поэтому в них можно использовать для передачи информации мощное лазерное излучение (единицы мВт). В магистральных ВОЛС используется оптический сигнал с мощностью не более 10 мкВт. Это и другие особенности эксплуатации магистральных ВОЛС при воздействии γ – излучению создает ряд особенностей, которые до настоящего времени подробно не исследовались. Это не позволяет в ряде случаев решать различные практические задачи.

Поэтому целью нашей работы является разработка на основе исследований методики, позволяющей устанавливать факт негативного воздействия γ – излучения на магистральные ВОЛС и разработать способ восстановления их работоспособности.

2. Особенности влияния γ – излучения на величину потерь в волоконно-оптических линиях связи

При передаче оптического сигнала на большие расстояния по ВОЛС потери α_s по мощности можно описать следующей формулой:

$$\alpha_s = \alpha_{OH} + \alpha_R + \alpha_c, \quad (1)$$

где α_{OH} - потери от поглощения, α_R - потери от рэлеевского рассеяния, α_c – потери от микро и макроизгибов.

Воздействие γ – излучения на оптическое волокно приводит к возникновению в нем двух радиационных эффектов: смещению и ионизации. Смещение связано со сдвигом атомов из стационарного состояния в кристаллической решетке в более неустойчивое. В этом случае в решетке возникают различные дефекты. Образуются вакансии, происходят межузловые

внедрения дополнительных атомов и т.д. Необходимо отметить, что данные дефекты, с одной стороны, могут быть неустойчивыми (после прекращения радиационного воздействия оптическое волокно за счет релаксационных процессов возвращается в исходное состояние). С другой стороны, они могут вызывать разрушительный характер кристаллической решетки. Образуются более сложные дефекты с объединением различных дефектов (например, дефектов связанных с наличием примесей или нано-трещинами в волокне и т.д.). Динамика данных дефектов определяется дозой излучения и качеством изготовления волокна, а также составом легирующих добавок. Релаксационные процессы не возвращают в данном случае кристаллическую решетку ВОЛС в исходное состояние.

Ионизация связана с образованием электронно-ионных пар. Электрон, обладающий высокой энергией, выбивает из соединения ОН кислород и занимает его место в кристаллической решетке. В случае легирования сердцевины волокна оксидом германия GeO_2 , кислород выбивается из этого химического соединения. Возрастание числа ионизированных атомов изменяет электрические характеристики оптической среды, что может привести к изменению её показателя преломления в момент воздействия γ – излучения.

Необходимо отметить, что свободные носители зарядов имеют высокую подвижность. Поэтому эффекты, вызванные ионизацией, после прекращения излучения под действием релаксационных процессов исчезают. Если подвижные носители попадают на более глубокие энергетические уровни оптического материала (доза облучения высокая), возникает более устойчивое соединение. Процесс возвращения оптического волокна в исходное состояние после окончания воздействия излучения может быть очень длительным или необратимым.

В результате действия γ – излучения оптическое волокно темнеет. По этой причине вводится понятие центров окраски, на которых происходит дополнительное затухание оптического излучения. В случае изменения значения α_{OH} и α_{R} достаточно сложно спрогнозировать, особенно при наличии в волокне легируемых добавок.

Для однокомпонентных оптических волокон значение α_{R} можно оценить, используя следующую формулу [18]:

$$\alpha_{\text{R}} = \frac{A}{\lambda^4} = \frac{8\pi^3}{3\lambda^4} (n^2 - 1) \beta k T_f, \quad (2)$$

где λ – длина волны света, β – изотермическая сжимаемость при фиктивной температуре T_f , k – постоянная Больцмана, T_f – температура при которой «замерзают» флуктуации в кварце.

Необходимо отметить, что значение T_f может существенно отличаться от температуры стеклования кварца, зависит от состав оптического волокна и от его температурной предыстории. Также в кварце к флуктуациям плотности добавляются флуктуации концентраций оксидов, которые используются в качестве легирующих добавок. Поэтому для различных типов оптических волокон вводят формулы для расчета коэффициента рэлеевского рассеяния с учетом экспериментальных измерений, так как рассчитать данный коэффициент достаточно сложно.

Например, для одномодовых оптических волокон с легирующими добавками GeO_2 коэффициент A [дБ км⁻¹ мкм⁴] оценивают, используя следующее соотношение $0.75(1+58\Delta)$, для многомодового волокна - $0.7(1+57\Delta)$, где Δ – относительный показатель преломления. Значение Δ вычисляется из следующего соотношения:

$$\Delta = \frac{n - n_k}{n_k}, \quad (3)$$

где n_k – показатель преломления нелегированного кварца.

Также необходимо отметить, что под действием γ – излучения в оптическом волокне в местах изгибов вероятность разрушения волокна возрастает, особенно при низкой температуре. Для уточнения рассмотренных явлений нами были проведен ряд исследований.

3. Результаты экспериментальных исследований и их обсуждение

Результат воздействия γ – излучения на ВОЛС необходимо рассматривать для двух случаев: кратковременный и стационарный. Каждый из них имеет место при эксплуатации ВОЛС. В

отличие от работ, которые проводились ранее по исследованию воздействия γ – излучения на оптическое волокно, в разработанной экспериментальной установке измерения потерь проводились или в момент облучения или сразу после их окончания. Большого временного интервала, который был в других работах ученых, между воздействием γ – излучения и измерения у нас не было. Это позволило обнаружить ряд эффектов для оптических волокон, которые используются в магистральных ВОЛС, связанных с релаксационными процессами. На рис. 1 представлена структурная схема экспериментальной установки.

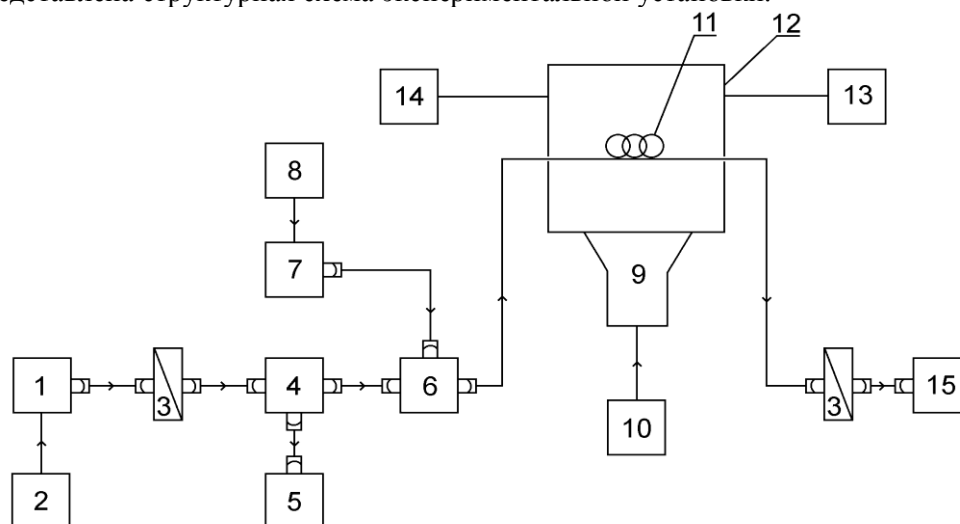


Рисунок 1. Структурная схема экспериментальной установки: 1 – лазерный передающий модуль; 2 – драйвер питания; 3 – поляризатор; 4 – оптический делитель; 5 – измеритель оптической мощности; 6 – оптический сумматор; 7 – импульсный полупроводниковый лазер; 8 – импульсный драйвер питания; 9 – источник γ – излучения; 10 – блок управления источником γ – излучения; 11 – оптическое волокно; 12 – замкнутый объем из полимерного материала; 13 – устройство для изменения температуры; 14 – устройство для контроля дозы радиации; 15 – приемный оптический модуль.

В экспериментальной установке в качестве непрерывного источника лазерного излучения 1 использовался передающий оптический модуль с регулируемой мощностью. Для измерения потерь использовалась классическая формула:

$$\alpha_s = \frac{10}{L} \lg \left(\frac{P_{in}}{P_{out}} \right), \quad (4)$$

где P_{in} – мощность, вводимая в оптическое волокно, P_{out} – мощность на выходе из оптического волокна, L – длина оптического волокна.

При определении потерь учитывалась конструкция экспериментальной установки (рис. 1). Для соединения источника, приемника и оптического изолятора с волокном применены разъемные соединения, которые имеют типовые потери $\alpha_{pc} = 0.2$ дБ. Таких соединений 6. Потери в оптическом сумматоре 0.46 дБ. Потери на оптическом поляризаторе 0.32 дБ. Общие потери α_{con} на соединениях и сумматоре составили величину 1.98 дБ. Для регистрации малой мощности лазерного излучения при больших потерях в оптическом волокне, кроме измерителя мощности использовался приемный оптический модуль ДФДМШ40-16М, обладающий высокой чувствительностью в диапазоне длин волн 980-1650 нм. На рис. 2 в качестве примера представлены зависимости потерь α_s в одномодовых волокнах от дозы γ – излучения.

Анализ полученных результатов показывает, что ВОЛС, в которых используется сердцевина из чистого кварца SiO_2 более устойчив к воздействию γ – излучения. Полученный результат с использованием чистого кварца хорошо согласуется с результатами других ученых. Это подтверждает корректность проведения экспериментальных исследований.

Особый интерес для практического применения представляет релаксационный процесс в оптическом волокне после прекращения воздействия лазерного излучения. На рис. 3 в качестве примера представлены изменения потерь α_s после прекращения воздействия γ – излучения на оптические волокна. Доза облучения составляет 100 Гр. Это соответствует одному из сценариев МЧС по радиоактивному загрязнению территории.

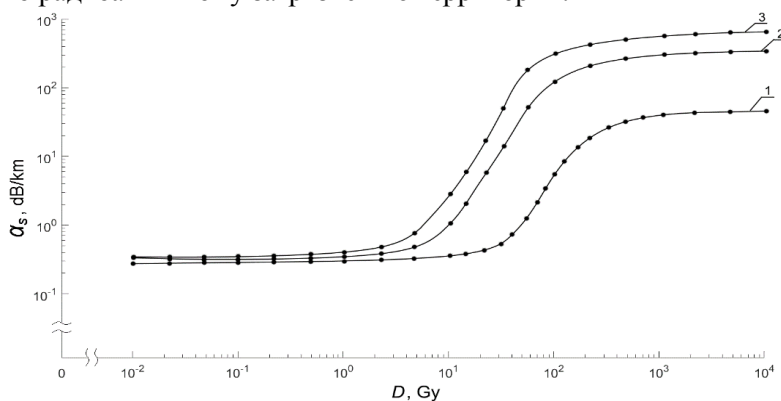


Рисунок 2. Зависимость изменения потерь α_s от дозы облучения D на длине волны $\lambda = 1550$ нм для одномодового волокна при $T = 21.2$ °С. Графикам 1, 2 и 3 соответствует различные типы сердцевины оптического волокна: чистый кварц SiO_2 ; $\text{SiO}_2 - \text{GeO}_2$ (легирование 1.5 %); $\text{SiO}_2 - \text{GeO}_2$ (легирование 4 %).

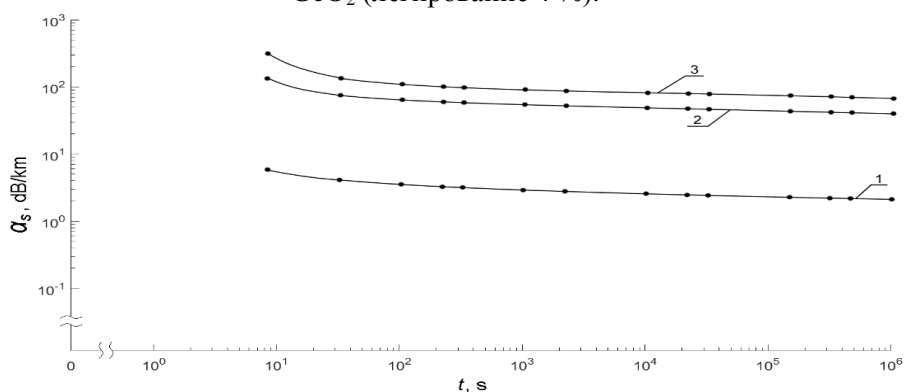


Рисунок 3. Зависимость изменения потерь α_s от времени t на длине волны $\lambda = 1550$ нм для одномодового волокна при $T = 21.2$ °С. Графикам 1, 2 и 3 соответствуют различные типы сердцевины оптического волокна: чистый кварц SiO_2 ; $\text{SiO}_2 - \text{GeO}_2$ (легирование 1.5 %); $\text{SiO}_2 - \text{GeO}_2$ (легирование 4 %).

По причине того, что в экспериментальной установке мгновенно невозможно прекратить воздействие γ – излучения на оптическое волокно измерение значение α_s стали проводить через 8 с, после выключения источника γ – излучения. Анализ полученных зависимостей показывает, что оптическое волокно с высокой степенью легирования германием не устойчиво к данному радиационному воздействию. Даже длительная релаксация ВОЛС не может вернуть линию в работоспособное состояние.

Одной из актуальных задач при увеличении потерь полезного сигнала в ВОЛС является установление причин данного факта. Для поиска её решения нами были проведены исследования влияния мощности лазерного излучения на изменения значения α_s от времени после прекращения действия γ – излучения с дозой 100 Гр на волокно. На рис. 4 в качестве примера представлены данные зависимости для одномодового волокна с сердцевиной $\text{SiO}_2 - \text{GeO}_2$ (легирование 1.5 %) при $T = 21.2$ °С.

Полученные результаты показывают, что с увеличением мощности лазерного излучения время релаксационного процесса, который возвращает свойства оптического волокна в первоначальное состояние уменьшается и достигает порядка 1000 с. Это позволяет предложить

методику определения факта воздействия γ – излучения на ВОЛС при дозах, которые не приводят к необратимым эффектам в оптическом волокне. Предлагается осуществлять воздействие на ВОЛС последовательностью импульсов (меандр) различной длительностью и мощностью. Для защиты фотоприемного устройства 15 и передающего лазерного модуля 1 в экспериментальной установке на выходе ВОЛС и перед передающим модулем устанавливается поляризатор 3 [19-21]. На рис. 5 в качестве примера представлены зависимости изменения потерь α_s от времени при воздействии на ВОЛС дополнительно импульсным лазерным излучением с длительностью 0.1 с различной мощности в течении 10 с.

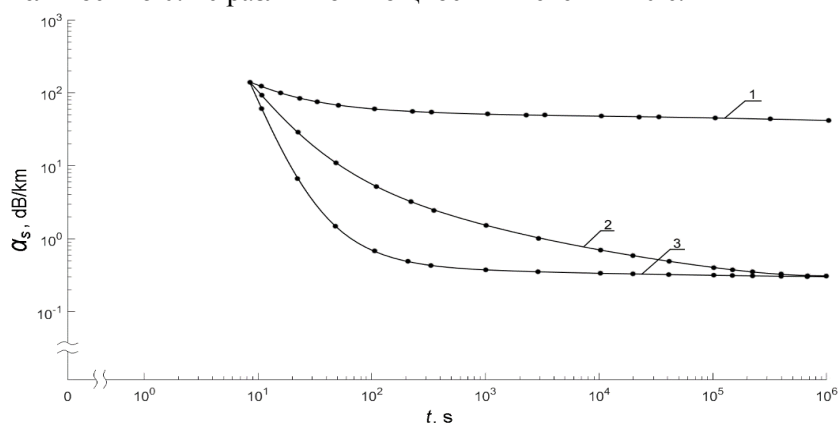


Рисунок 4. Зависимость изменения потерь α_s от времени t на длине волны $\lambda = 1550$ нм для одномодового волокна сердцевина $\text{SiO}_2 - \text{GeO}_2$ (концентрация легирования 1.5 %) при $T = 21.2$ °С. Графикам 1, 2 и 3 соответствует различная мощность лазерного излучения в мВт: 0.01; 0.4; 4.0.

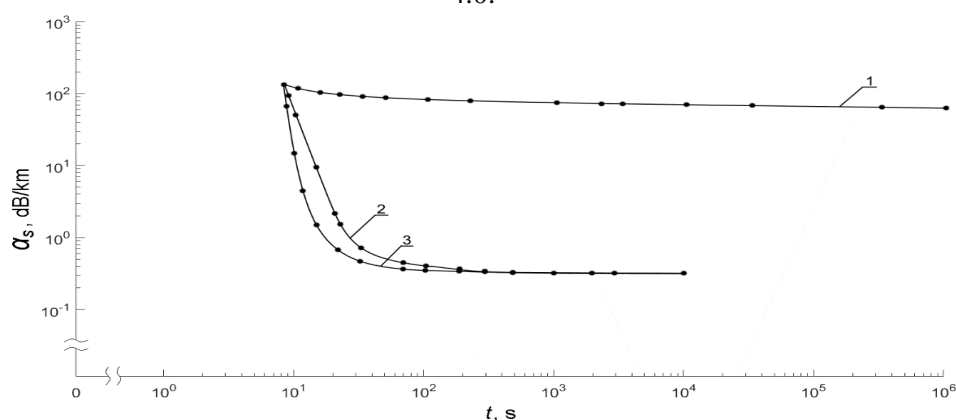


Рисунок 5. Зависимость изменения потерь α_s от времени t на длине волны $\lambda = 1550$ нм для одномодового волокна сердцевина $\text{SiO}_2 - \text{GeO}_2$ (концентрация легирования 1.5 %) при $T = 21.2$ °С. Графикам 1, 2 и 3 соответствует различная мощность импульсного лазерного излучения в мВт: 0; 20; 40.

Полученные результаты показывают, что при определенной мощности импульсного лазерного излучения скорость релаксационного процесса возрастает и оптическое волокно восстанавливает свои свойства за время менее 100 с. При других дефектах в ВОЛС после такого импульсного воздействия потери в оптическом волокне не уменьшаются до первоначального уровня.

Проведенные эксперименты позволили установить, что после прекращения действия импульсов потери через некоторое время в ВОЛС возрастут до уровня, с которого начиналось воздействие импульсами, можно утверждать, что воздействие γ – излучения на ВОЛС носит постоянный характер. Необходимо найти источник радиоактивного излучения.

Кроме того, можно определить с погрешностью не более 35 % дозу излучения. Для этого необходимо построить ряд градуировочных зависимостей и таблиц изменения значений α_s по

результатам исследований воздействия γ – излучения при различных длительностях и мощностях дополнительного импульсного лазерного излучения.

4. Заключение

В результате проведенных экспериментов было установлено, что эффект воздействия γ – излучения на ВОЛС определяется структурой сердцевинки и отражающего слоя. Важным фактором в этом процессе является температура ВОЛС, которая также влияет на релаксационный процесс восстановления структуры кристаллической решетки оптического волокна после воздействия на него γ – излучения.

Использование разработанной методики позволяет при тестировании ВОЛС в случае сильного затухания в ней полезного сигнала, установить факт воздействия γ – излучения на оптическое волокно. Кроме того, можно установить характер воздействия γ – излучения (одиночное или стационарное – постоянное).

Необходимо отметить, что при определении дозы облучения возникнет ряд трудностей, связанных с необходимостью иметь большой набор данных о марках оптических волокон, которые используются в ВОЛС. Так как фирмы не всегда указывают данные о легированных добавках и технологии изготовления оптического волокна. Это в свою очередь создаст неопределенность с оценкой характера потерь в ВОЛС, что приведет к большим погрешностям в определении дозы. Необходимо отметить, что в случае большой дозы γ – излучения, получаемый результат с погрешностью измерения не более 35 % устраивает службы, которые занимаются ликвидацией последствий радиоактивного загрязнения.

Необходимо отметить, что полученные данные о характере потерь для волокна с сердцевинкой из чистого кварца совпадают с результатами экспериментов других ученых [13-17], что подтверждает адекватность наших исследований.

5. Литература

- [1] D'yachenko, S.V. NMR studies of the sedimentation of ferromagnetic nanoparticles in a magnetic fluid / S.V. D'yachenko, I.S. Kondrashkova, A.I. Zhernovoi // *Technical Physics*. – 2017. – Vol. 62(1). – P. 1602-1604.
- [2] Боченин, В.И. Количественный рентгенофазовый экспресс-анализ сыпучих сырьевых материалов по регистрации дифракционного и характеристического излучения // *Дефектоскопия*. – 2007. – № 11. – С. 83-87.
- [3] Davydov, V.V. Nutation line shape for the nonstationary regime of magnetic resonance flowmeter - relaxometer / V.V. Davydov, V.I. Dudkin, N.S. Myazin // *Journal of Communications Technology and Electronics*. – 2016 – Vol. 61(10). – P. 1159-1165.
- [4] Neronov, Yu.I. Determination of the Temperature Dependence of the Shielding of Water Protons and a Method for Estimating the Temperature of Living Tissues // *Measurement Techniques*. – 2017 – Vol. 60(1). – P. 96-102.
- [5] Rykin, E.V. The development of a new method for making justified decisions by municipal authorities in the management of territories on the basis of the results of the environmental express-control of the state of various media / E.V. Rykin, A.V. Moroz, K.J. Smirnov, V.V. Davydov, V.V. Yushkova // *MATEC Web of Conference*. – 2018. – Vol. 245. – P. 12002.
- [6] Давыдов, В.В. Метод исследования магнитной восприимчивости коллоидных растворов в феррофлюидных ячейках / В.В. Давыдов, Е.Н. Величко, Н.С. Мязин, В.Ю. Рудь // *Приборы и техника эксперимента*. – 2018. – № 1. – С. 102-108.
- [7] Grebenikova, N.M. Remote control of the quality and safety of the production of liquid products with using fiber-optic communication lines of the Internet / N.M. Grebenikova, V.V. Davydov, A.V. Moroz, M.S. Bylina, M. Kuzmin // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. – 2019. – Vol. 497(1). – P. 012109.
- [8] Smirnov, A. Polarization Direction Finding Method of Interfering Radio Emission Sources / A. Simonov, G. Fokin, V. Sevidov, M. Sivers, S. Dvornikov // *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*. – 2019. – Vol. 11660 LNCS. – P. 208-219.

- [9] Fokin, G. Algorithm for Positioning in Non-line-of-Sight Conditions Using Unmanned Aerial Vehicles Unmanned Aerial Vehicles / G. Fokin, A.-O.A.H. Ali // Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics). – 2018. – Vol. 11118 LNCS. – P. 496-508.
- [10] Bylina, M.S. Optical amplifiers for telecommunications / M.S. Bylina, S.F. Glagolev // Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering. – 2008. – Vol. 7026. – P. 702609.
- [11] Davydov, V.V. Fiber-optic imitator of accident situation for verification of work of control systems of atomic energy plants on ships / V.V. Davydov, V.I. Dudkin, A.Y. Karseev // Optical Memory and Neural Networks (Information Optics). – 2014. – Vol. 23(3). – P. 170-176.
- [12] Кашук, Ю.А. Измерение спектров нейтронов в вертикальных каналах в исследовательском реакторе IR-8 / Ю.А. Кашук, В.В. Фрунзе, В.Д. Севастьянов, Е.В. Егоров // Приборы и техника эксперимента. – 2002. – Т. 45, № 4. – С. 471-475.
- [13] Бондаренко, А.В. Исследование радиационной стойкости оптических волокон из кварцевого стекла в условиях реакторного облучения / А.В. Бондаренко, А.П. Дядькин, Ю.А. Кашук // Спецвыпуск «Фотон-экспресс». – 2005. – № 6. – С. 11-15.
- [14] Кашайкин, П.Ф. Прогнозирование радиационно-наведенного поглощения света в волоконных световодах с сердцевиной из нелегированного кварцевого стекла в космических применениях / П.Ф. Кашайкин, А.Л. Томашук, М.Ю. Салганский, И.С. Азанова, К. Цибиногина, Т.В. Димакова, А.Н. Гурьянов, Е.М. Дианов // Журнал технической физики. – 2019. – Т. 89, № 5. – С. 752-758.
- [15] Kashaykin, P.F. Anomalies and peculiarities of radiation-induced light absorption in pure silica optical fibers at different temperatures / P.F. Kashaykin, A.L. Tomashuk, M.Y. Salgansky, A.N. Guryanov, E.M. Dianov // Journal of Applied Physics. – 2017. – Vol. 121(21). – P. 213104.
- [16] Kashaykin, P.F. Influence of drawing conditions on radiation-induced attenuation of pure-silica-core fibers in the near-IR range / P.F. Kashaykin, A.L. Tomashuk, M.Y. Salgansky, A.N. Guryanov, E.M. Dianov // Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering. – 2018. – Vol. 10681. – P. 1068110.
- [17] Tomashuk, A.L. 1.55- μm -light absorption induced by pulsed-X-ray radiation in pure-silica-core fiber: Effects of light power and temperature / A.L. Tomashuk, A.V. Filippov, P.F. Kashaykin, A.N. Guryanov, S.L. Semjonov // Journal of Non-Crystalline Solids. – 2019. – Vol. 521. – P. 119504.
- [18] Лихачев, М.Е. Коэффициенты рэлеевского рассеяния в высоколегированных одномодовых германо- и фосфоро- силикатных световодах // М.Е. Лихачев, С.Л. Семенов, В.Ф. Хопин, М.Ю. Салганский, Г.Б. Зеньковский, М.М. Бубнов // Исследовано в России. – 2005. – № 8. – С. 67-76.
- [19] Davydov, R.V. Simulation of femtosecond pulsed laser ablation of metals / R.V. Davydov, V.I. Antonov // Journal of Physics: Conference Series. – 2016. – Vol. 769(1). – P. 012060.
- [20] Davydov, R.V. Equation of state for computer simulation of metal ablation by femtosecond laser pulses / R.V. Davydov, V.I. Antonov // Journal of Physics: Conference Series. – 2017. – Vol. 929(1). – P. 012040.
- [21] Nepomnyashchaya, E.K. Spectroscopic techniques to study the immune response in human saliva / E.K. Nepomnyashchaya, E.A. Savchenko, E.N. Velichko, E.T. Bogomaz // Journal of Physics: Conference Series. – 2018. – Vol. 956(1). – P. 012009.

The method for determining of negative exposure to γ - radiation on fiber-optic information transmission systems

D.S. Dmitriev¹, V.M. Pilipova¹, E.I. Andreeva¹, V.V. Davydov^{2,3}, V.I. Dudkin¹

¹The Bonch-Bruевич Saint Petersburg State University of Telecommunications, Bolshhevikov 22, Saint Petersburg, Russia, 193232

²Higher School of applied physics and space technologies, Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University, Polytechnicheskaya street 29, Saint Petersburg, Russia, 195251

³All-Russian Research Institute of Phytopathology, Institut street 5, Bolshie Vyazemy, Russia, 143050

Abstract. In article the need to develop methods for determining the fact of exposure to γ - radiation on fiber optic information transfer systems. The physical phenomena that lead to increased losses in the transmission of information on fiber optic communication line under exposed to it γ – radiation are considered. The results of a research of the influences a gamma irradiation dose of fiber and reflective coating on value of optical signal attenuation are presented. The factors that reduce of negative exposure influences of γ – radiation to losses value in fiber optical communication line are determined. The method for determining of exposure fact of γ - radiation on the fiber-optic communication line is developed. The method for dose estimates of γ - radiation exposure on a fiber optic communication line and the recovery of loss parameter values is proposed. The results of experimental research are presented.