

**ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА
РАДИАЦИОННОЙ ОПАСНОСТИ ДИКТИОНЕМОВЫХ СЛАНЦЕВ
И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ РИСК НА ПРИМЕРЕ УНИКАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО
ОБЪЕКТА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ «ДУДЕРГОФСКИЕ ВЫСОТЫ»**

Кандидат техн. наук *А.Ю. Туманов*

**Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического
приборостроения**

А.В. Кулинкович, М.Ю. Никитин

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций

В.А. Туманов

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Работа посвящена оценке опасности ионизирующего излучения на потенциально опасных природных объектах на примере уникального природного объекта «Дудергофские высоты» для оценки уровня радиоактивного загрязнения окружающей среды. Проведено измерение МЭД в приземном слое воздуха и почве. Разработана информационно-измерительная система мониторинга с применением мобильных средств за такими объектами, которая позволит более оперативно и с большей полнотой информировать экологическую общественность и контролирующие органы о безопасной эксплуатации этих объектов.

Ключевые слова: мониторинг, ущерб, информационно-измерительная система, потенциально опасные объекты, окружающая среда, радиационная обстановка.

**INFORMATION AND MEASUREMENT SYSTEM FOR MONITORING
THE RADIATION HAZARD OF DICTIONEM SHALE AND ENVIRONMENTAL
RISK ON THE EXAMPLE OF THE UNIQUE NATURAL OBJECT OF THE
LENINGRAD REGION "DUDERGOFSKY HEIGHTS»**

A.Yu. Tumanov

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

A.V. Kulinkovich, M.Yu. Nikitin

The Bonch-Bruevich Saint Petersburg State University of Telecommunications

V.A. Tumanov

The Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

The article is devoted to the assessment of the danger of ionizing radiation at potentially dangerous natural objects on the example of the unique natural object "Duderhof Heights" to assess the level of radioactive pollution of the environment. The MED was measured in the sur-

face layer of air and soil. An information and measurement monitoring system with the use of mobile means for such objects has been developed, which will allow more quickly and more fully inform the environmental community and regulatory authorities about the safe operation of these objects.

Keywords: monitoring, damage, information and measurement system, potentially dangerous objects, environment, radiation situation.

Актуальность. Суммарная доза радиоактивного воздействия на человека складывается из 95 % дозы от природных и 5% искусственных источников. В работе [1] Лебедев С.В. описывает радиологическую опасность диктионемовых сланцев и экологический риск при неправильном использовании уникальных природных объектов. «На дневной поверхности радиоактивные битуминозные аргиллиты наблюдаются только в отдельных обнажениях и не распространяются на какие-либо значимые расстояния. Однако, мы живем в век возрастания техногенных нагрузок на природную среду, когда в ходе вскрыши радиоактивных пород карьерами, при их разработке на какие-либо элементы, или при строительстве дорог, зданий и сооружений на поверхность извлекаются высокорadioактивные разности пород, отвалы которых могут занимать большие площади. Впоследствии на поверхности таких локальных отвалов могут развиваться почвы, а сами территории отвалов могут попасть под застройку» [1].

В настоящее время на Дудергофских высотах расположен ряд населенных пунктов (посёлок Дудергоф, деревни Кавелахта, Вариксолово, Пикколово, Мурилово, Переколя, Карвала, Ретселя), где с 1990-х годов ведется активное коттеджное строительство, при этом, несмотря на существующие нормативы, население остаётся неосведомленным о геологическом строении территории, равно как и о радиозоологической обстановке.

Горы Воронья и Ореховая входят в границу особо охраняемой природной территории регионального значения «Дудергофские высоты». Гора Кирхгоф, обладающая не менее уникальными природными характеристиками и входящая, как и две другие горы, в состав объекта всемирного культурного наследия ЮНЕСКО №540 «Исторический центр Санкт-Петербурга и связанные с ним группы памятников», подобного природоохранного статуса не имеет, что способствует её активному антропогенному освоению. На части её восточного склона с 1998 года располагается горнолыжный курорт «Туутари-Парк», совсем недавно – в 2018 году – открыт спортивно-стрелковый клуб «Русское Оружие». На остальной части данной возвышенности планируется разместить два новых спортивных центра (бобслейно-биатлонный комплекс «Туутаревская зона горнолыжного спорта», спортивно-рекреационный комплекс премиум-класса «Рамбов-Арена»), три коттеджных поселка, рестораны, гостиницы и объекты инфраструктуры.

Владельцы ССК «Русское оружие» ещё в 2012 году вскрыли карьер на вершине Кирхгофа. Из грунта вскрытого карьера сделали подъездные дороги» [1].

Последние измерения природной радиоактивности были проведены в этом месте (рис. 1) в 2017 году лабораторией ГКУЛО «Управление по обеспечению мероприятий гражданской защиты Ленинградской области» проведено дозиметрическое обследование участка. Зафиксировано значительное превышение радиоактивного фона – 4,28 мкЗв/час при верхнем пределе допустимой мощности дозы 0,5 мкЗв/час [1].

Целью работы является разработка элементов более совершенной системы мониторинга радиационной обстановки на природных радиационно опасных объектах ЛО и СПб, которая поможет более оперативно и с большей полнотой информировать экологическую общественность и контролирующие органы о безопасной эксплуатации этих объектов.



Рис. 1. Вид обнажения диктионемовых сланцев на г. Кирхгоф, осень 2017 года. Фото А.В. Рубаник

Основные задачи, которые необходимо решить для достижения поставленной цели это: анализ и оценка современного состояния системы мониторинга на природных радиационно опасных объектах ЛО и СПб;

анализ современных средств мониторинга содержания радионуклидов в атмосфере, а также рассмотреть возможность разработки прототипа мобильной лабораторной станции мониторинга фоновых уровней техногенных радионуклидов в приземной атмосфере на базе авиационных платформ как элемента информационно-измерительной системы;

проведение измерения МЭД в природной среде на примере обнажения диктионемовых сланцев на г. Кирхгофи составления радиационной карты местности.

Методы исследования

Известно, что радиационный мониторинг (РМ) — это наблюдения и прогнозирование с целью оценки в настоящем и изменения в перспективе радиационного заражения воздуха атмосферы, грунтовых вод, верхнего слоя почвы. Существуют разные виды мониторинга. Исследуемый в работе мобильный РМ с помощью авиаплатформ как совокупность действий по наблюдению за объектами природно-технической среды можно представить в виде (рис. 2). Невозможно представить себе РМ без применения современных информационно-измерительных систем и приборов — средств измерения ИИ.

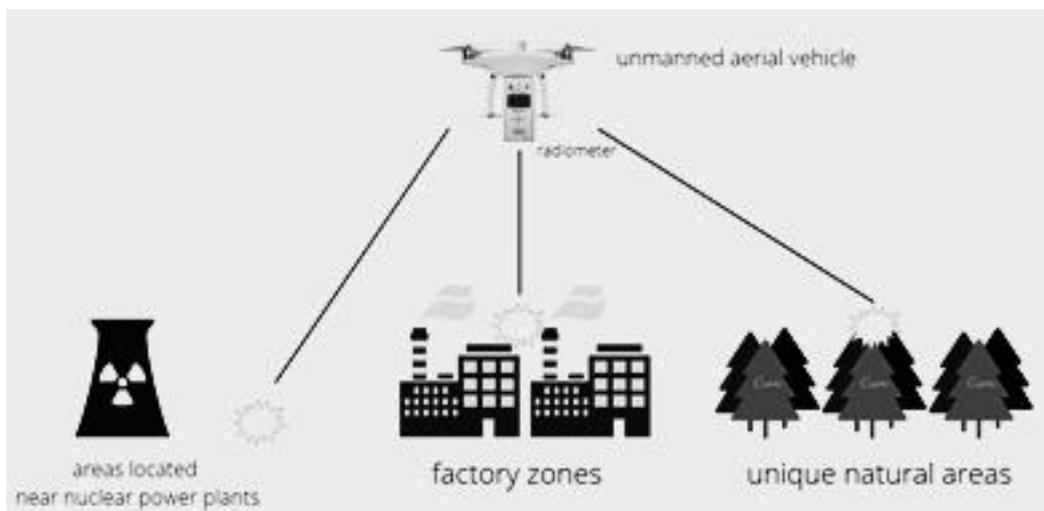


Рис. 2. Прототип мобильной системы радиационного мониторинга для использования в различных сценариях радиологических исследований

Для проверки разрабатываемой системы радиационного мониторинга были проведены полевые исследования в природной среде в районе уникального природного объекта Дудергофские высоты с выходами ИИ на поверхность.

Полевые испытания

Полученные экспериментальные данные летом 2020 года по радиационному фону приземной атмосферы и почвы показали превышение МЭД в обследуемых территориях в несколько раз. Однако они существенно отличаются от данных, полученных в 2017 году.

На рис. 3 и 4 видно, что в настоящее время почти все обнажения засыпаны завезенным грунтом. Поэтому измерения были проведены в шурфах, нижних частях обнажений и траншеях на глубине 0,5 м. В ходе работы было исследовано 7 точек для измерения ИИ.



Рис. 3. Прибор для измерения МЭД расположен в шурфе (точка 1,59°41'48.4"N, 30°10'42"E) в районе обнажения диктионемовых сланцев на г. Кирхгоф, лето 2020 года. Фото В.А. Туманова

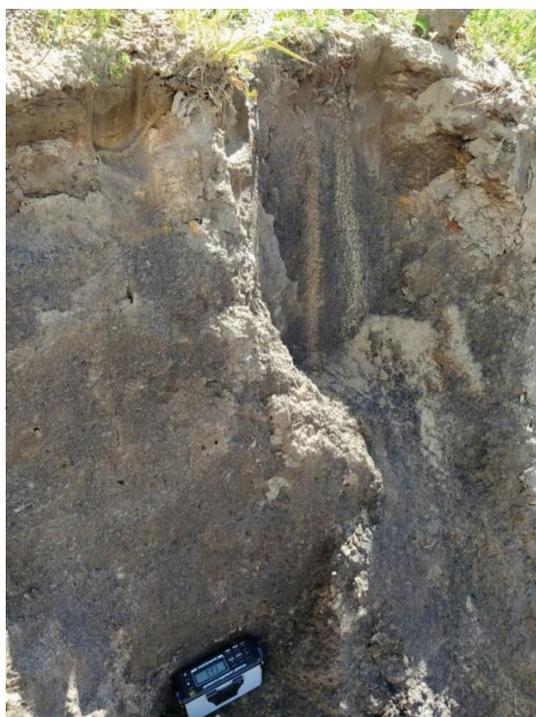


Рис. 4. Современное состояние обнажения диктионемовых сланцев на г. Кирхгоф, лето 2020 года. Фото В.А. Туманова

Радиационный фон на не обнажённых участках также был зафиксирован и занесен в протоколы испытаний. Измерения проведены с использованием дозиметра-радиометра ДРБП-03, который предназначен для измерения эквивалентной дозы и МЭД ионизирующего фотонного излучения, а также плотности потока альфа и бета излучения. Принцип действия дозиметра основан на преобразовании энергии ионизирующих излучений в электрические импульсы с помощью газоразрядных счетчиков Гейгера-Мюллера.

Дозиметр ДРБП-03 применяется для оперативного дозиметрического контроля радиационной обстановки; исследования радиационных аномалий; составления радиационных карт местности. Преимуществам данной модели являются возможность оперативного контроля радиационной обстановки (α -, β -, γ - излучений), широкий диапазон измерений и портативность. Номер в государственном реестре средств измерения РФ (№16370-97) [2]. Анализ работы с прибором показал, что несмотря на высокую точность, для автоматизации мобильного РМ этот прибор оказался не пригоден. Отсутствуют порты для подключения компьютера и для следующих исследований авторы предлагают использовать модель с возможностью автоматизированного накопления и передачи информации на персональный компьютер для дальнейшей обработки. Кроме того, масса прибора не соответствует полной летной массе БПЛА.

Обработка экспериментальных данных. Статистика

В работе в табл. 1 представлена выборка 1 по измерению МЭД в точке 1. Авторами проведено 30 измерений с интервалом 5 минут.

Обработка статистических данных, и интерпретация полученных результатов для определения вида ФЗВ показали, что среднее значение мощности дозы полученных в результате измерения ИИ обнажения диктионемовых сланцев в точке 1 (см. рис. 3) составило 1,07 мкЗв/час при верхнем пределе допустимой мощности дозы 0,5 мкЗв/час.

Таблица 1

Выборка 1 (Точка 1 МЭД)

№ пп	Мощность дозы, х, мкЗв/час	№ пп	Мощность дозы, х, мкЗв/час
1	1,02	16	0,97
2	1,05	17	1,08
3	1,17	18	1,03
4	0,95	19	1,12
5	1,06	20	0,95
6	1,12	21	1,11
7	1,16	22	1,09
8	1,11	23	1,06
9	1,12	24	1,19
10	1,08	25	0,99
11	1,2	26	1,29
12	1,24	27	1,02
13	1,1	28	0,9
14	0,89	29	1,18
15	1,04	30	0,91

Заключение

Таким образом, экспериментально доказана опасность нахождения людей при ИИ в области обнажения диктионемовых сланцев на г. Кирхгоф. Проблема обеспечения безопасности населения, проживающего в районе Дудергофских высот требует дополнительного исследования. Остался не до конца выясненным точный радионуклидный состав ИИ. Предположительно это инертный газ радон. Однако, это требует применения специального спектрометрического оборудования. Также темой следующей работы предполагается более глубокое статистическое исследование выборок мощностей доз для уяснения вида факторного закона воздействия поражающего фактора ИИ.

Литература

1. Лебедев С.В., Рубаник А.В., Климова Л.А. Дудергофские высоты, высокорadioактивные геологические тела и экологический риск.
2. <https://www.ntcexpert.ru/rk/dozimetry/1607-dozimetr-drbp-03>, (дата обращения 14.02.2021)
3. Kulinkovich A.V., Sakovaand N.V., Tumanov A.Yu. Development of the Express Method for Controlling Uranium Compounds in Natural Waters in Emergency Situations on Floating Nuclear Thermal Power Plants. (2019) IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 272. № 022016

Сведения об авторах

Туманов Александр Юрьевич, доцент Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения Рабочий адрес: 190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А. Электронная почта: tumanov@mail.ru, SPIN-код: 9257-1000

Куликович Алексей Викторович, доцент; доцент кафедры Экологической безопасности телекоммуникаций Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, г. Санкт-Петербург, Россия, E-mail: geochem@mail.ru

Никитин Михаил Юрьевич, доцент; доцент кафедры Экологической безопасности телекоммуникаций Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, г. Санкт-Петербург, Россия, E-mail: boogiewoogieboy@mail.ru

Туманов Владимир Александрович, Санкт-Петербургский государственный политехнический университет Петра Великого. Рабочий адрес: 195251, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29. Электронная почта: spbrus@mail.ru