

К.А. Боярчук (ОАО «НИИЭМ»)

В 1983 г. окончил физический факультет Ленинградского государственного университета. Специалист в области дистанционного зондирования Земли. В настоящее время — генеральный директор ОАО «НИИЭМ». Доктор физико-математических наук.

М.В. Туманов (ОАО «НИИЭМ»)

В 2006 г. окончил Московский государственный университет путей сообщения по специальности «вычислительные машины, комплексы, системы и сети». В настоящее время — начальник центра ОАО «НИИЭМ».

Е.И. Панфилова (ОАО «НИИЭМ»)

В 2008 г. окончила экономический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова. В настоящее время — главный экономист ОАО «НИИЭМ». Магистр экономики.

Л.В. Милосердова (РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина)

В 1972 г. окончила Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова по специальности «геологическая съемка и поиски месторождений полезных ископаемых». В настоящее время — доцент кафедры теоретических основ поисков и разведки нефти и газа РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. Кандидат геолого-минералогических наук.

А.В. Карелин (ФГУП ЦНИИмаш)

В 1985 г. окончил Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ». Специалист в области дистанционного зондирования Земли. В настоящее время — начальник отдела ФГУП ЦНИИмаш. Доктор физико-математических наук.

С.А. Пулинец (ИКИ РАН)

Окончил физический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова. Специалист в области физики ионосферы. В настоящее время — ведущий научный сотрудник Института космических исследований Российской академии наук. Доктор физико-математических наук.

Д. Узунов (Chapman University, США)

В 1983 г. окончил Университет горного дела и геологии (София, Болгария). Специалист в области геофизики, дистанционного зондирования Земли, геoinформационных систем. В настоящее время — доцент Chapman University, США.

Дистанционный мониторинг обстановки окружающей среды вокруг атомных электростанций с космических аппаратов

В современных условиях растущего энергопотребления общества, по-видимому, трудно найти альтернативу дальнейшему развитию ядерной энергетики. Ядерная энергетика должна стать главным энергоисточником XXI в., не став таковым по ряду причин в конце XX в., и прежде всего из-за наличия достаточного количества нефти и природного газа на мировом рынке по умеренным ценам, аварий на атомных станциях, вызвавших недоверие к ним общества, отсутст-

вия убедительных концепций ядерной и радиационной безопасности.

За краткую историю развития атомной отрасли произошел целый ряд крупных аварий на ядерных объектах, среди которых следует выделить тепловой взрыв емкости-хранилища высокоактивных отходов предприятия «Маяк» на Южном Урале вблизи г. Кыштым в конце сентября 1957 г., аварию на АЭС в Уиндскейле (Великобритания) в октябре

1957 г., аварию на АЭС Три-Майл-Айленд (США) в 1979 г., аварию на Чернобыльской АЭС в апреле 1986 г. И наконец, в марте 2011 г. в Японии произошло землетрясение, и вызванное им цунами принесло самую крупную атомную катастрофу XXI в. — аварию на АЭС Фукусима-1 (управляется компанией Tokyo Electric Power, Япония) с последующими взрывами в зданиях реакторов, неконтролируемыми выбросами радиоактивного пара в атмосферу. Ситуация в Японии продемонстрировала кризис МАГАТЭ как международного института, который с подачи США выдвигает на первый план угрозу ядерного оружия, затушевывая опасность недостаточного контроля международного сообщества за использованием мирного атома [1].

Последняя авария акцентировала внимание не только на необходимости серьезного пересмотра вопроса повышения безопасности работающих станций, но и на вопросах разработки новых эффективных методов дистанционного обнаружения и контроля радиоактивного загрязнения окружающей среды, а также геофизической обстановки данного района.

Существующие методы дистанционного зондирования следов радиоактивной ионизации естественно разделить на прямые и косвенные. Первые основаны на регистрации интенсивности и спектра ионизирующего излучения объекта, вторые реги-

стрируют изменение окружающей среды под действием этого излучения [2].

Прямые методы мониторинга получили наибольшее распространение, и в настоящее время контроль за радиационной обстановкой основан на методах детектирования ионизирующих излучений, например, использующих различные сцинтилляторы. Однако для реальных дистанционных методов (позволяющих обеспечивать мониторинг с космического аппарата) их пространственная разрешающая способность и чувствительность недостаточны, реально они позволяют производить измерения с расстояний не более сотен метров. К тому же некоторые типы ионизирующих излучений (α , β) обладают весьма слабой проникающей способностью и не могут быть зарегистрированы такими методами дистанционно.

Выход состоит в использовании косвенных методов, позволяющих оценить уровень радиоактивного загрязнения по отклику окружающей среды на ионизирующее излучение. Такой подход позволяет использовать традиционные методы дистанционного мониторинга окружающей среды: приземных слоев атмосферы, поверхности океана и Земли. Основное воздействие, которое оказывают продукты радиоактивного деления на окружающую среду, — это ее ионизация и, как

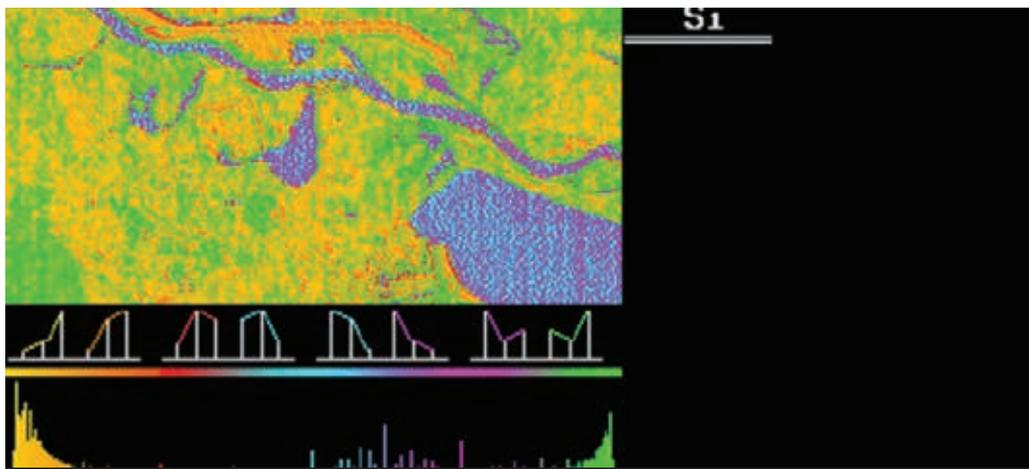


Рис. 1. Зона Чернобыльской АЭС и результат трехканальной обработки данных спектрозонального сканера МСУ-Э (27.04.97) [3]

следствие, протекание различных стимулируемых ионами биологических и физических эффектов.

Условно предлагаем разделять следующие природные эффекты, вызванные ионизирующим излучением:

- биологические эффекты, в том числе изменение цветности водоемов и растительных покровов. В ИРЭ РАН проводились работы по обработке спектрональных изображений поверхности Земли, подверженной радиоактивному загрязнению, которые показали, что поверхностная растительность приобретает различные спектральные характеристики в зависимости от степени угнетения (рис. 1);
- геохимические эффекты, в том числе изменение концентрации основных малых газовых составляющих атмосферы, изменение термодинамических параметров атмосферы. Наличие источника ионизации в исследуемом районе может приводить к существенным изменениям абсолютной влажности и, что особенно заметно, химического потенциала паров в атмосфере, что говорит о присутствии заряженных центров конденсации. Эти эффекты могут вызывать аномалии в уходящем от поверхности земли тепловом инфракрасном (ИК) излучении, которое может легко наблюдаться с современных метеорологических спутников с помощью ИК-радиометров и микроволновых температурно-влажностных зондировщиков (рис. 2);
- электромагнитные эффекты, в том числе изменение концентрации электронов в ионосфере, радиоизлучение атмосферных образований. Методы, основанные на электромагнитных эффектах, используют, например, эффект изменчивости характеристик ионосферы (например, ионной и электронной концентрации) над районами радиоактивного загрязнения на поверхности Земли и в нижних слоях тропосферы. Измерение данных характеристик со спутников позволит получать информацию о распространении и уровне радиоактивных загрязнений (рис. 3).

Эти эффекты можно положить в основу методов дистанционного зондирования радиоактивных загрязнений с использованием уже существующей аппаратуры на космических аппаратах (КА).

Космические методы могут также дать информацию и о геологической структуре района АЭС и тем

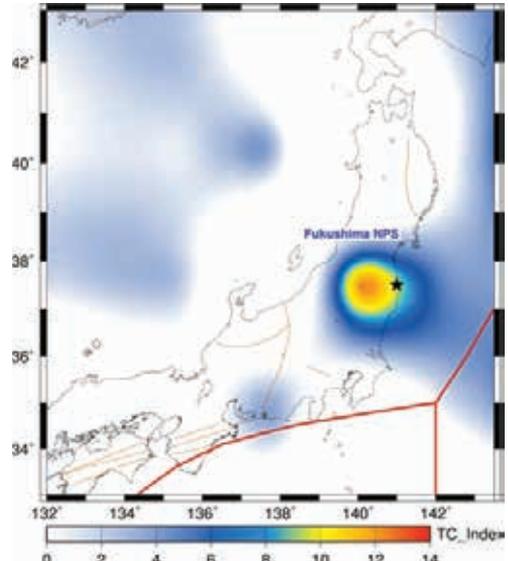


Рис. 2. Обработанные данные радиометра AVHRR спутника NOAA в районе АЭС Фукусима-1 22.03.2011 г. [4]

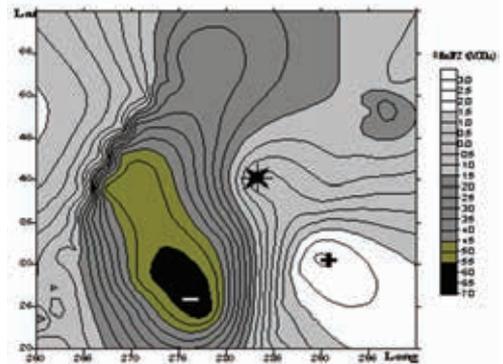


Рис. 3. Распределение электронной концентрации в слое F2 ионосферы над атомной электростанцией после аварии (Три-Майл-Айленд, США) по данным спутника «Интеркосмос-19», полученное при обработке данных радиозондирования (звездочкой указана проекция на положение станции) [5]

самым о потенциальных угрозах геологического характера. Из всех геологических объектов разломы, особенно активные, наилучшим образом отражаются на космических снимках. Образующие разломами

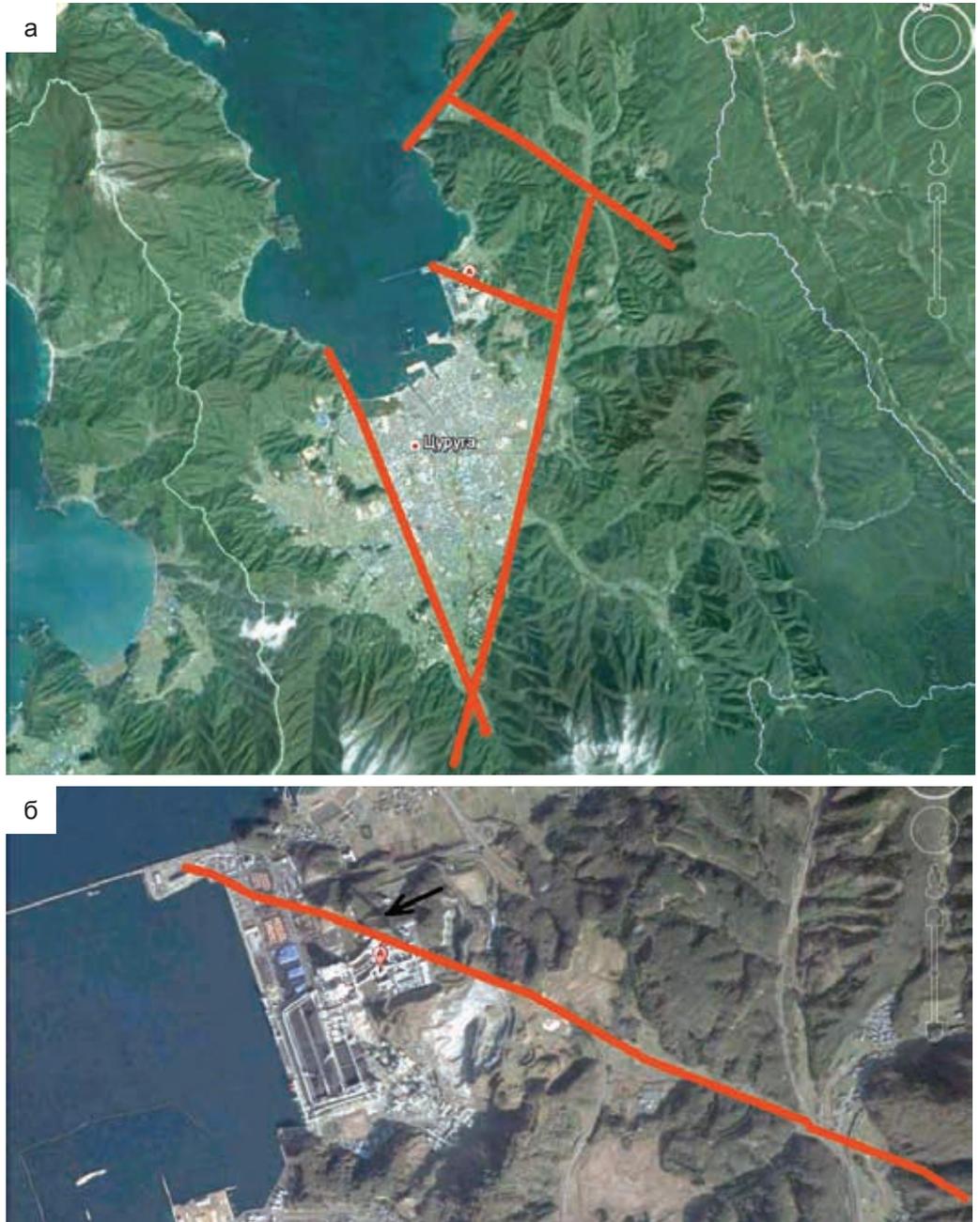


Рис. 4. Разломы в районе атомной станции

аномалии ландшафта часто оказываются очень удобными для создания инженерных сооружений – по ним прокладывают дороги, их используют для строительства плотин и гидростанций, а также атомных станций. Так, например, на западном побережье о. Хонсю неподалеку от г. Цугура расположена атомная станция (рис. 4а). Однако даже на общедоступных снимках видно, что через эту территорию проходит небольшой разлом, оперяющийся другой разлом, несколько большего размера (рис. 4б). Можно также отметить, что наличие большого количества активных разломов характерно для геологического строения Японии.

Таким образом, можно сказать, что создание объективного, независимого, наднационального мониторинга радиационной и геофизической обстановки вокруг АЭС — это одна из приоритетных задач космического мониторинга. Однако существует трудность — своевременное доведение чрезвычайной информации в том формате, который воспримет потенциальный потребитель.

В настоящее время развитие спроса на данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) со стороны отдельных лиц, коммерческих организаций, государственных структур, а также появление новых возможностей использования этих данных обусловили появление и развитие рынка дополнительных услуг в сфере ДЗЗ. Основным видом предлагаемых услуг на рынке является обработка сырых, необработанных данных, получаемых с космических аппаратов дистанционного зондирования, и преобразование этих данных в информацию, необходимую для конечного потребителя. Существующие операторы космических систем ДЗЗ позволяют получать в реальном режиме времени данные, необходимые для мониторинга радиационной и геофизической обстановки вокруг АЭС. Однако для оперативного доведения этой информации до обычных пользователей необходим простой геоинформационный ресурс, позволяющий в режиме онлайн получать необходимую информацию. Наиболее оптимальным является использование приложений для мобильных компьютеров и смартфонов на системах iOS, Android, Windows 8.

Таким образом, можно уверенно говорить о возможности создания районированной или глобальной информационной системы обработки, хранения,

представления и распространения данных о распространении радиоактивных загрязнений в техногенно опасных районах, позволяющей потребителю получать эти данные уже в готовом виде, без необходимости дополнительной обработки со стороны пользователя и в короткие сроки.

С точки зрения социально-экономической значимости ожидаемых результатов создание системы мониторинга позволит в принципе осуществлять независимый контроль за возможным распространением радиоактивных загрязнений на территории страны, а также на всей планете, что, в свою очередь, позволит более эффективно осуществлять мероприятия при возникновении чрезвычайной ситуации. Возможно также коммерческое использование системы при предоставлении информации мониторинга заинтересованным странам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шарко М.В. Японская техногенная катастрофа и ее последствия// Мир и Политика. — 2011. — №08(59). (<http://mir-politika.ru/175-yaponskaya-tehnogennaya-katastrofa-i-ee-posledstviya.html>)
2. Боярчук К.А., Карелин А.В., Макриденко Л.А. Перспективы мониторинга из космоса радиоактивных загрязнений на поверхности Земли и в нижних слоях атмосферы// Вопросы электромагнетизма. — 2005. — Т. 102. — С. 183 -209.
3. Ефременко В.В., Мошков А.В., Семенов А.А., Чимитдоржиев Т.Н. Некоторые результаты модельного эксперимента по трехканальной обработке многозональных изображений. — Труды Всероссийской научной конференции «Физические проблемы экологии. Физическая экология». — М., 1998. — Т. 1. — С. 28.
4. Dimitar Ouzounov, KatsumiHattori, Sergey Pulinetsetal. Integrated Sensing, Analysis and Validation of Atmospheric Signals Associated with Major Earthquakes (EGU2011-5195).
5. Boyarchuk K.A., Lomonosov A.M., Pulinets S.A., Hegai V.V. Impact of radioactive contamination on electrical characteristics of the atmosphere. New remote monitoring method, — Bulletin Russian Academy of Sciences, Physics / Supplement Physics of Vibrations, 1997, Vol. 61, No. 4, pp. 260 — 266.