

УДК: 62.503:303.064:550.47

В.В. Ермаков, В.К. Сарьян

Развитие исследований по применению новых информационных технологий в экологическом мониторинге и биогеохимии

Показаны перспективы интеграции достижений биогеохимии и инфокоммуникационных технологий, в частности интернета вещей. Описывается конкретная разработка, внедрение которой может радикально повысить предсказательный потенциал существующих сегодня систем мониторинга за глобальными процессами. Это приведет к решению актуальной задачи – резкого сокращения материальных и людских потерь при участившемся в мире количестве чрезвычайных ситуаций, вызванных глобальными процессами природного и техногенного происхождения. Описывается создание национального центра мониторинга и проводимые на нем в этом году эксперименты. Предполагается, что использование возможностей IoT позволит ученым получить глобальный экспериментальный полигон для изучения влияния природной среды на динамические характеристики природных объектов, изучить и, возможно, использовать для коррекции природных и техногенных процессов, открывающуюся возможность прямых информационных взаимодействий между собой всех объектов природы в масштабах биосферы. Начатые междисциплинарные исследования и эксперименты будут продолжены.

Ключевые слова: биосфера, техногенез, биогеохимия, мониторинг косных и живых природных объектов, конвергентная инфокоммуникационная среда, интернет вещей, существующие системы мониторинга за глобальными процессами на планете Земля, датчики интернета вещей на основе природных объектов.

doi: 10.21293/1818-0442-2018-21-3-129-134

Основные факторы формирования сильно связанного мира (hyper connected world)

В настоящее время биосфера техногенно трансформируется. Техногенез вносит существенные изменения в среду обитания и оказывает огромное влияние на биоразнообразие. В целом можно выделить следующие стадии состояния биосферы: ее организованность, обусловленную царством организмов, противодействие фактору ее дестабилизации, состояние адаптации, стремление к относительному равновесию (гомеостаз). Изменения в таксонах биосферы сочетаются с изменением O^2/CO_2 , энергии и массы живого вещества [1–3]. При этом техногенез сопровождается как с неблагоприятными для развития организмов факторами, так и с внедрением новых эффективных технологий будущего, составляющих основу и сущность ноосферы.

В последнее время возможность осуществить построение ноосферы по В.И. Вернадскому связывают с впечатляющими успехами развития информационного общества [4–6]. Отметим основные факторы текущего развития информационного общества: формирование единой глобальной конвергентной инфокоммуникационной среды (КИС), в которой в реальном времени взаимодействует уже громадное и все геометрически возрастающее количество объектов: человеко-машинных систем (ЧМС), машинных систем (МС), систем искусственного интеллекта (ИИС), систем машинного обучения (МОС), систем интернета вещей (ИВС). К ним готово присоединиться в очень скором времени и большое количество гуманоидных роботов (ГР). Как показывают прогнозы, в ближайшем будущем все взаимодействующие сегодня в КИС типы объектов – ЧМС, МС, ИИС – преобразуются в ИВС. Обозначим эти трансформированные объекты следующим образом: ИВС_{ЧМС}, ИВС_{МС} и ИВС_{ИИС}. В дальнейшем все

объекты, взаимодействующие в КИС, будем обозначать как ИВС. И очень важно, что при этом природные объекты как бы «приобретают» глобальный голос. В 13-й исследовательской группе сектора стандартизации Международного союза электросвязи (13 SG ИТУ-T) в настоящее время реализуются программы исследований, обозначенных как «Фокус-группа по сетевым аспектам ИМТ-2020» и «Фокус-группа по технологиям для сети 2030 (FG-NET-2030)», участники которых уже предметно заглядывают в будущее, обеспечивая поистине невиданные возможности КИС в ближайшем будущем. На повестке дня – формирование сильно связанного мира. Один из авторов – В.К. Сарьян активно участвует в этой работе.

Это означает, что в глобальное информационное взаимодействие в КИС принципиально могут (т.е. будет технически доступно) вступить все косные и живые (включая человека) объекты природы, принадлежащие к одному виду или стоящие на разных ступенях развития. Аппаратно-программные средства для общения объектов природы сегодня созданы, причем они масштабируются, т.е. они могут подключить к Интернету любой природный объект, преобразованный в ИВС (IoT) (рис. 1), независимо от его размеров и места в иерархическом природном ряду. Кроме того, как видно из приведенной на рис. 1 блок-схемы типового ИВС, он может не только посылать сигналы от своих датчиков в КИС, но и принимать приходящие извне сигналы, в том числе и сигналы управления. Это значит, что новая КИС дает природным объектам, их сообществам такую же возможность взаимодействия, как сообществу людей [2].

Уже сегодня глобальное взаимодействие существенным образом стало влиять на все стороны жизни общества.

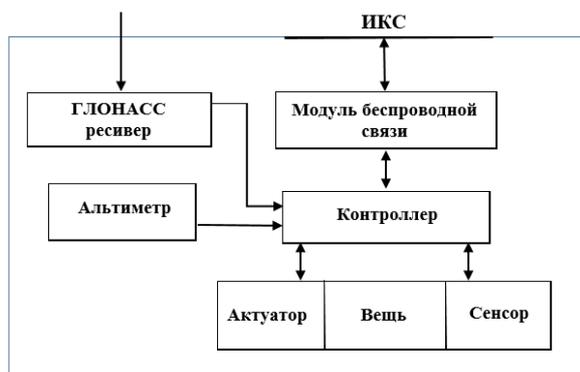


Рис. 1. ИВС [1]

В социальной сфере проявился феномен социальных сетей, новая форма межличностного общения преодолевает расстояния с помощью интернет-технологий. Общества и сообщества людей становятся открытыми для взаимного социокультурного взаимодействия. Неизбежная трансформация КИС в структуру сильно связанного мира не только значительно расширяет возможности взаимодействия, но и позволяет практически решать очень актуальные задачи.

Растущее количество взаимосвязанных глобальных и локальных, природных и социальных, техногенных и экологических, военных и политических, экономических и финансовых катастроф поставило вопрос об их системном научном изучении для выявления структуры стихийных и управляемых факторов и причин предупреждения людских, материальных и финансовых потерь.

По существу, речь идет о научно сконструированном с помощью ИКТ и управляемом процессе обеспечения безопасности жизни в эпоху глобализации и становления ноосферной формы управления [2]. Таким образом, КИС может быть использована для коррекции природных и техногенных процессов. Как видно из вышесказанного, информационная цивилизация стала приобретать практические черты реальности. Если это будет продолжено, то данное направление может ознаменовать новый шаг к практическому построению ноосферы [3–5].

Формирование ноосферы – объективный закон развития природы и общества. Однако в его реализации весьма велика роль субъективного фактора. Поэтому высокое чувство ответственности за состояние окружающей нас природы – одно из важнейших критериев, характеризующих нравственный и интеллектуальный уровень современного человека.

С другой стороны, формирование ноосферы – одна из глобальных задач человечества на современном этапе его развития. Человек – часть природы, и осознание этой истины помогает людям глубже понять их роль и ответственность перед грядущими поколениями за уникальные природные богатства, которые даны в биосфере и которые нужно не только сохранить, но и рационально использовать. К тому же, как было отмечено выше, стремительное развитие ИКТ предоставляет большие возможности для постановки еще недавно казавшейся

дерзкой и утопической задачи практического построения ноосферы.

Среди проблем современной цивилизации первостепенными являются энергетика (и питание), качество окружающей среды и соотношение между биосферными и техногенными процессами. Последние в ряде случаев связаны с природными явлениями: землетрясениями, наводнениями, цунами, вулканизмом, селевыми потоками, оползнями, пожарами и др.

Разработка системы мониторинга землетрясений с повышенным предсказательным потенциалом

Прогнозные технологии землетрясений, несмотря на развитую сеть сейсмических станций в пределах РФ (Северный Кавказ, Камчатка, Алтай и Восточная Сибирь), еще далеки от разрешения – их предсказательный потенциал крайне низок. Именно эту важную и актуальную задачу авторы выбрали в качестве первого шага междисциплинарного сотрудничества. Учитывая возможности КИС, мониторинг землетрясений для радикального повышения предсказательного потенциала в будущем целесообразно совместить в целом с экологическим и геологическим контролем. Было предложено решение использовать возможности ИВС для радикального повышения предсказательного потенциала существующих систем мониторинга землетрясений. Была разработана система гибридного мониторинга, в которой в территориальной близости от существующих пунктов сейсмического контроля располагаются ИВС разных живых (включая человека) и косных природных объектов окружающего мира (рис. 2), которые подключаются к КИС.

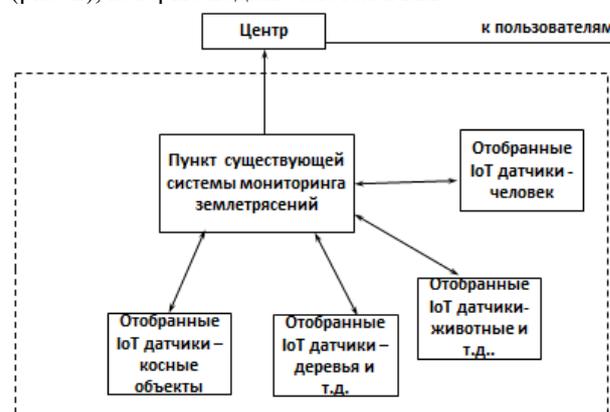


Рис. 2. Фрагмент гибридной системы мониторинга за землетрясениями

Принципиальное значение имеет то обстоятельство, что используемые в качестве датчиков ИВС имели бы отличную от датчиков сейсмических станций физическую природу. Сигналы от этих ИВС-датчиков приходят на ближайший пункт сейсмического контроля и там совместно обрабатываются специально разработанным профессором А.А. Любушиным (ИФЗ РАН) методом синхронизации для выявления слабых сигналов предвестников землетрясений. Ожидается, что это радикально повысит эффективность предсказания катастроф, что в разы

снизит человеческие потери от ЧС. Это решение было утверждено в качестве рекомендации МСЭ-Т, и проводится семинар, научным руководителем которого является В.К. Сарьян, а докладчиком – В.В. Ермаков.

Здесь улучшение результатов прогноза землетрясений осуществляется на основании, например:

- регистрации слабых повторяющихся толчков (форшоков),
- изменений параметров геофизических полей (магнитных, электрических, гравитационных и др.),
- сигналов деформации земной поверхности,
- изменения гидрогеохимических параметров среды;
- изменений в характере поведения животных и растений.

В дальнейшем целесообразно переходить от качественных признаков поведения косных и живых природных объектов (включая человека), используемых в качестве ИВС-датчиков в гибридной системе мониторинга, к количественным критериям на основании таких параметров, как газовый состав, содержание ртути, селена и других химических элементов, проводимость, мутность и т.д., для косных объектов; пульсация, сердечный ритм, температура, мышечное напряжение, состав крови, уровень гормонов и т.д. – для живых. Предполагается, что мониторинг в реальном масштабе времени и исследование корреляции динамических характеристик параметров природных объектов с показаниями сейсмических датчиков еще больше повысит предсказательную чувствительность создаваемых гибридных систем мониторинга. Но это требует значительных научных исследований и технических решений, которые предполагается развернуть на создаваемом национальном полигоне, о котором будет сказано ниже.

Создание мощной доступной мировому научному сообществу экспериментальной базы

Переходя от мониторинга землетрясений и других природно-техногенных катастроф к экологическим проблемам, следует особо подчеркнуть острую необходимость развития биологических и экологических исследований.

Эффективность биогеохимического мониторинга экосистем зависит от методов исследований. Если в конце XX в. в основном применяли статические методы, то в настоящее время процессы, происходящие в экосистемах, начинают оценивать посредством динамических методов. Это и космический скрининг территорий, и различные способы использования интернета вещей (ИВ). Последние позволяют решить проблемы комплексного динамического мониторинга территорий, что отражается на экономии энергии, эффективности использования агроландшафтов, повышении продуктивности сельскохозяйственных культур и качества продуктов питания и кормов.

В настоящее время в связи с техногенным преобразованием таксонов биосферы, развитием цифровых технологий и отслеживанием природно-техногенных процессов в динамике и использованием сети интернета вещей для создания глобальной

экспериментальной базы необходима реализация следующих задач:

- в области экологического и биогеохимического мониторинга перспективно отслеживание специальными датчиками циклов воды в биосфере, баланса расхода и прихода воды;
- контролирование изменений газового состава атмосферы (CO_2 , CH_4 и N_2), что позволит определять газовый баланс и осуществлять прогнозные оценки изменений в биосфере;
- разработка и использование специальных датчиков контроля проявления и течения микроэлементов (дефицит Se, J). Измерение концентраций йода и селена может измеряться в атмосферном воздухе при оценке экологического статуса микроэлементов – сердечно-сосудистых и эндокринных патологий;
- отслеживание изменения электропроводности воды, pH, мутности для предсказания селей, оползней и лавин в горных районах;
- апробация специальных датчиков цветности ландшафтов при оценке биопродуктивности ландшафтов и фитобиоразнообразия;
- оценка использования физиологических датчиков для изучения реакций животных на неблагоприятные экологические и биогеохимические факторы;
- совершенствование и апробация специальных датчиков измерения потоков элементной ртути и радона в шахтных резервуарах;
- исследование механохимических и биохимических взаимодействий в системе косное тело–организм–косное тело.

Мониторинг биогеохимических параметров может осуществляться на различном временном уровне: непрерывное измерение параметров, дискретное измерение параметров (через час, сутки, месяц, год), используя систему существующих датчиков и сенсоров:

- портативная система мониторинга показателей почвы Stevens Hydra Probe Field Portable,
- датчик углекислого газа VAISALA GMT220,
- индикатор радона – RADEX MR107,
- анализатор ртути УКР-1МЦ,
- датчик ртути 3000 IP, переносной газоанализатор паров ртути в воздухе и прочих газов,
- датчик ОБП (Redox) – окислительно-восстановительный потенциал pH S406 DG,
- цифровой оптический датчик кислорода S423/C/OPT,
- датчик (электрод) мутности цифровой S461/T,
- амперометрический датчик свободного хлора с мембраной S494/2/CL2,
- контроллер pH или Redox и температуры, СЕРИЯ 4238,
- датчик pH S401 V/G,
- датчик проводимости S411/C/0.5 термокомпенсированный,
- кондуктивный датчик проводимости S411S,
- контроллер проводимости и температуры, СЕРИЯ 3523,
- датчики мутности Turbimax CUS52D,
- датчик мутности и определения содержания взвешенных веществ,

- система измерения мутности 4670,
- интеллектуальный анализатор с двумя входами,
- датчик электропроводности 4905,
- датчики электропроводности жидкости ДЭИ-3290-01, ДЭИ-3290-02, ДЭИ-3290-01А, ДЭИ-3290-02А и др.

Следует заметить, что датчиков по изменению элементного состава большинства химических элементов практически сегодня нет. Учитывая высокую потребность в этих аппаратах, проводится разработка таких устройств и технологий их применения.

Очень важный вопрос – «сшивание» знаний. Метод совместной обработки сейсмических сигналов и сигналов от датчиков ИВС как раз иллюстрирует одни из возможных методов «сшивания» знаний – сигналов сейсмических датчиков и синхронных изменений параметров процессов в ИВС, которые связаны готовящимися процессами землетрясения. Далее описываются работы, которые были предприняты междисциплинарным коллективом из сотрудников ГЕОХИ РАН и ФГУП НИИР.

Создание полевого национального центра

Территориально полевой национальный центр комплексных эколого-биогеохимических исследований решено было организовать на геологической базе МГУ им. М.В. Ломоносова имени профессора А.П. Соловова в пос. Н. Унал Северной Осетии. Она была создана в 1988 г. для практики студентов и работ аспирантов геологического факультета МГУ. Основателем геологической базы МГУ был профессор геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова Александр Петрович Соловов – известный в России и за рубежом геохимик, автор одного из первых курсов «Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых».

База расположена в высокогорном районе на высоте 900 м н.у. моря в отрогах Скалистого хребта. В бассейне горных рек Северной Осетии нередки снежные лавины, сход ледников, оползни, сели, землетрясения и наводнения. В настоящее время база используется для работ местных геологов, контролирующих селевые процессы, процессы таяния ледников, уровень воды в горных реках и др.

Помещение базы включает 5 комнат площадью 36 м², 5 аудиторий площадью 200 м², подвальное помещение для камеральных работ, земельный участок с садом, баней и другими постройками, включая столовую. Кроме того, в помещении базы имеется просторная веранда. Помещения отапливаются в холодный сезон. На базу подведен электрический ток и вода из горных источников. На базе возможна установка специального оборудования, включая аналитические и другие приборы. База находится на балансе геологического факультета МГУ, зав. базой – Вячеслав Аксарович Бугулиев.

Приборная база этой станции в настоящее время начала активно модернизироваться. Приобретаются современные приборы для изучения потоков тепла, оценки параметров гидросферы и атмосферы, включая изучение углекислотного баланса экосистем, метеорологические, сейсмические и климатологические приборы.

Полевые и лабораторные исследования, выполненные в 2018 г.

Полевые и лабораторные исследования проведены на геологической базе МГУ им. М.В. Ломоносова в июле 2018 г., а затем – в лаборатории биогеохимии окружающей среды ГЕОХИ РАН. Они позволили выявить градиент концентрации металлов (Pb, Zn, Cu, Cd) в почвенно-растительном комплексе и провести статические биогеохимические и экологические исследования. Далее будет изучаться корреляция этих данных с данными сейсмической активности, полученными с близкорасположенных пунктов сейсмического мониторинга. Используя новые методы биогеохимической индикации и геохимической экологии, выявлены специфические реакции растительных и животных организмов на изменение уровня содержания тяжелых металлов (Pb, Cd, Cu, Zn и др.).

Установлено преобладающее загрязнение ландшафтов поймы р. Ардон свинцом и мышьяком. Обнаружена высокая положительная корреляция между суммой металлов в почвах и укосов растений ($r = +0,998$). На техногенных участках снижается число обитаемых видов растений, биомасса укосов и фитопокров. Выявлен новый вид – металлофит *Cladochaeta candidissima* (M. Vieb.) DC – кладохета чистейшая. Общее содержание SH-соединений и аминокислот в корневой части растений было больше, чем в листьях. В опытах *in vitro* при внесении хлорида кадмия и восстановленного глутатиона было установлено присутствие фитохелатинов за счет уменьшения концентрации глутатиона.

Проведена оценка флуктуирующей асимметрии листьев белой березы (*Betula alba*) в ландшафтах с различной техногенной нагрузкой. Указанные реакции организмов во многом определяются физико-химическими свойствами почв, климатическими, биологическими и техногенными факторами. При их дальнейшей оценке необходима связь с основным продуктом метаболизма организмов – балансом углекислого газа. Поэтому дальнейшие исследования целесообразно проводить с учетом этого фактора, а также с одновременной динамической оценкой изменения цветности ландшафтов, используя для этих целей специальные датчики CO₂ и оптические сенсоры.

Повышенный уровень свинца и мышьяка в почвах и растениях поймы р. Ардон сопровождается увеличением их концентраций в крови и волосах животных и может рассматриваться как фактор риска относительно их неблагоприятного влияния на физиологические процессы в организме обследуемых животных.

(В работе на полигоне принимали участие сотрудники ГЕОХИ РАН: проф., д.б.н. В.В. Ермаков; г.н.с., д.б.н. С.Ф. Тютиков; г.н.с., д.б.н. В.А. Сафонов; н.с. В.Н. Данилова; аспирант У.А. Гуляева).

Заключение

Результаты выполненной работы могут дать ценную информацию о динамике эколого-биогеохимических процессов в одном из горных субрегионов биосферы и реакциях организмов на различные проявления природных катастроф. Использование по-

лученных данных в мониторинге микроэлементов позволит получить достоверную и объективную информацию об экологическом состоянии территории, особенностях химического элементного состава организмов и среды их обитания и отслеживать динамику изменения различных параметров.

Совершенствование динамической модели эколого-биогеохимических исследований с использованием IoT-технологий – качественно новая стратегия при исследованиях воздействий, вызванных различными процессами данной экосистемы.

Полученные результаты исследований могут быть использованы не только для совершенствования научной методологии, но и в профилактической медицине, экологии, эпидемиологии и народном хозяйстве.

В работе участвуют аспиранты и молодые сотрудники лабораторий заинтересованных институтов. Предполагается организация совместных научных симпозиумов, конференций и выпуск монографии по современным эколого-биогеохимическим и IoT-инновациям. Возможно сотрудничество с научными коллективами других государств (КНР, Сербии, Казахстана, Киргизии, Японии и других стран).

Как полагает один из авторов В.К. Сарьян, ближайшая задача науки и техники – вывести на свет информационную составляющую биогеохимических объектов в интернет, научиться управлять процессами взаимодействия и снизить вредное влияние антропогенеза. То есть создать искусственный локальный или даже глобальный механизм адаптации и коррекции неблагоприятных биосферных процессов.

Предполагается, что использование возможностей интернета вещей позволит ученым получить мировую экспериментальную площадку по изучению влияния окружающей среды на динамические характеристики природных объектов, а результаты исследований могут быть использованы для изучения природных и антропогенных процессов, открывая возможность прямого информационного взаимодействия между всеми объектами природы в масштабах биосферы и ближайшего космического окружения.

В целом КТ наряду с биогеохимическими будут способствовать уменьшению выбросов CO₂ в атмосферу, оздоровлению окружающей среды и эффективному и оперативному обмену информацией.

Авторы предполагают продолжить публикации по этой тематике в «Трудах ТУСУРа» в дальнейшем, в том числе и с целью привлечь внимание читателей журнала к этой актуальной научной и практической проблеме.

Литература

1. Сарьян В.К. На пути интеграции наук о Земле и интернета вещей // Общее собрание НАН РА. Отделение физики и астрофизики, Ереван, 12 апреля 2016 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://niir.ru/news/otkrytye-dannye/doklady-i-prezentacii-fgur-niir/>, свободный (дата обращения: 17.09.2018).

2. Сарьян В.К. Возможность создания мощной экспериментальной базы для биогеохимических исследований //

Современные проблемы состояния и эволюции таксонов биосферы: труды биогеохимической лаборатории. – М.: ГЕОХИ РАН, 2017. – Т. 26. – 495 с.

3. Sarian V. Internet of Things technology – a powerful catalyst functioning single digital space. Presentations from the ITU Regional Workshop on IoT and Future Networks, Saint Petersburg, Russia, 19–20 June 2017 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/CIS/Pages/EVENTS/2017/06_Saint_Petersburg/06_SPB_Presentations.aspx, свободный (дата обращения: 17.09.2018).

4. Biogeochemical Differentiation of Living Matter and Biodiversity in the Ardon Polymetallic Subregion of the Biosphere / V.V. Ermakov, S.F. Tyutikov, A.P. Degtyarev, V.A. Safonov, V.N. Danilova, S.D. Khushvaktova, U.A. Gulyaeva, E.V. Krechetova // *Geochemistry International*. – 2018. – Vol. 56, No. 4. – P. 318–331. DOI <https://doi.org/10.1134/S001670291804002X>

5. Ecological–Biogeochemical Monitoring of a Linden Avenue in a Megapolis / S.F. Tyutikov, S.D. Khushvaktova, V.N. Danilova, V.V. Ermakov // *Geochem. Int.*, 2018. – Vol. 56, no. 5. – P. 488–493. <https://doi.org/10.1134/S0016702918050087>

6. The relationship of the mobility of Ca and Sr in soils to their content in meadow plants / V. Ermakov, J. Bech, U. Gulyaeva, V. Safonov, S. Tyutikov, N. Roca. // *Geophysical Research Abstracts*. EGU General Assembly. – 2018. – Vol. 20. – EGU2018-3141 – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2018/posters/26787>, свободный (дата обращения: 17.09.2018).

7. Ermakov V. Nowadays development of biogeochemical methods as an approach towards integrated knowledge system by use of modern information and communication technologies / V. Ermakov, V. Saryan // *Challenges of Green Economy*. – Beograd: University «Union-Nikola Tesla», 2018. – P. 57–76 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.researchgate.net/publication/323414396>, свободный (дата обращения: 17.09.2018).

8. Sarian V. Development of methodology of sciences the environment and organisms about / V. Sarian, V. Ermakov, L. Jovanovic // *International Scientific Conference on Green Economy and Environment Protection*, Beograd, 23–25 April, 2018. Abstracts. – Beograd: Zemun: *Akademska izdanja*, 2018. – P. 83.

9. Creating a hybrid monitoring network of global processes of natural and man-made disasters on the planet Earth, using geo-technologies of the Internet of things (GeoIoT) / V.K. Sarian, A.P. Nazarenko, A.A. Lyubushin // *First Forum GeO IoT World 2016*, Brussels, Belgium, 25 may 2016 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://niir.ru/wp-content/uploads/2013/12/NIIR_Viliam-Sarian.pdf, свободный (дата обращения: 17.09.2018).

10. Recommendation ITU-T 2018 – Y.4121 «Requirements of an Internet of Things enabled network for support of applications for global processes of the Earth» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.itu.int/ITU-T/recommendations/rec.aspx?rec=13636&lang=en>, свободный (дата обращения: 17.09.2018).

11. Earthquakes and Waterfloods Monitoring System with the Application of the Internet of Things (IoT). Workshop on APEC TEL58 Taipei. Chinese Taipei. 1 October 2018 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.apec-erwg.org/public/uploadfile/act/16bed26f89ad133a998a79813e0c4bd4.pdf>, свободный (дата обращения: 17.09.2018).

Ермаков Вадим Викторович

Д-р биол. наук, проф., зав. лаб. ГЕОХИ РАН,
заслуженный деятель науки РФ
Косыгина ул., д. 19, г. Москва, Россия, 119334
Тел.: +7-916-189-80-29
Эл. почта: vad-ermak@yandex.ru

Сарьян Вильям Карпович

Академик НАН РА, д-р техн. наук, проф.,
научный консультант ФГУП НИИР,
заслуженный работник связи РФ
Казакова ул., д. 16, г. Москва, Россия, 105064
Тел.: +7-916-134-61-37
Эл. почта: sarian@niir.ru

Ermakov V.V., Sarian V.K.

Development of research on the application of new information technologies in the environmental monitoring and biogeochemistry

The prospects of integrating the achievements of biogeochemistry and infocommunication technologies, in particular the Internet of things, are shown. In particular, a specific development is described, which implementation could drastically increase the predictive potential of today's monitoring systems for global processes. This will lead to the solution of the actual task – a sharp reduction in material and human losses with the increasing number of emergency situations caused by global natural and man-made processes. The creation of a national monitoring center and the experiments conducted on it this year are described. It is assumed that the use of IoT capabilities will allow scientists: to obtain a global experimental range for studying the influence of the natural environment on the dynamic characteristics of natural objects and to study and, possibly, to correct natural and man-made processes, the possibility of direct information interactions among themselves of all objects of nature in the scale of the biosphere. The interdisciplinary research and experiment will be continued.

Keywords: biosphere, technogenesis, biogeochemistry, monitoring of inert and living natural objects, convergent infocommunication environment, Internet of things, existing monitoring systems for global processes on the Earth, sensors of the Internet of things on the basis of natural objects.

doi: 10.21293/1818-0442-2018-21-3-129-134

References

1. Saryan V.K. On the Way of Integration of Earth Sciences and the Internet of Things // The General Assembly of NAS RA. Department of Physics and Astrophysics, Yerevan, April 12, 2016 [Electron resource]. Access mode: <https://niir.ru/news/ot-krytye-dannye/doklady-i-prezentacii-fgup-niir/>, free (accessed: 17.09.2018) (In Russ.).

2. Saryan V.K. The possibility of creating a powerful experimental base for biogeochemical research. the works of the biogeochemical laboratory // Modern problems of the state and evolution of biosphere taxons. M.: GEOKHI RAS, 2017, vol. 26, 495 p. (In Russ.).

3. Sarian V. Internet of Things technology – a powerful catalyst functioning single digital space. Presentations from the ITU Regional Workshop on IoT and Future Networks, Saint Petersburg, Russia, 19–20 June 2017 [Electron resource]. Access mode: https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/CIS/Pages/EVENTS/2017/06_Saint_Petersburg/06_SPB_Presentations.aspx, free (accessed: 17.09.2018).

4. Biogeochemical Differentiation of Living Matter and Biodiversity in the Ardon Polymetallic Subregion of the Biosphere / V.V. Ermakov, S.F. Tyutikov, A.P. Degtyarev, V.A. Sa-

fonov, V.N. Danilova, S.D. Khushvakhtova, U.A. Gulyaeva, E.V. Krechetova // *Geochemistry International*, 2018. Vol. 56, no. 4, pp. 318–331. doi: <https://doi.org/10.1134/S001670291804002X>

5. Ecological–Biogeochemical Monitoring of a Linden Avenue in a Megapolis / S.F. Tyutikov, S.D. Khushvakhtova, V.N. Danilova, V.V. Ermakov // *Geochem. Int.*, 2018, vol. 56, no. 5, pp. 488–493. <https://doi.org/10.1134/S0016702918050087>

6. The relationship of the mobility of Ca and Sr in soils to their content in meadow plants / V. Ermakov, J. Bech, U. Gulyaeva, V. Safonov, S. Tyutikov, N. Roca // *Geophysical Research Abstracts*. EGU General Assembly, 2018, vol. 20-EGU2018-3141 [Electron resource]. Access mode: <https://meetingor-ganizer.copernicus.org/EGU2018/posters/26787>, free (accessed: 17.09.2018).

7. Ermakov V. Nowadays development of biogeochemical methods as an approach towards integrated knowledge system by use of modern information and communication technologies / V. Ermakov, V. Saryan. // *Challenges of Green Economy*, Beograd: University «Union-Nikola Tesla», 2018, pp. 57–76 [Electron resource]. Access mode: <https://www.researchgate.net/publication/323414396>, free (accessed: 17.09.2018).

8. Sarian V. Development of methodology of sciences the environment and organisms about / V. Sarian, V. Ermakov, L. Jovanovic. // *International Scientific Conference on Green Economy and Environment Protection*, Beograd, 23–25 April, 2018. Abstracts, Beograd: Zemun: Akademska izdania, 2018, P. 83.

9. Creating a hybrid monitoring network of global processes of natural and man-made disasters on the planet Earth, using geo-technologies of the Internet of things (GeoIoT) / V.K. Sarian, A.P. Nazarenko, A.A. Lyubushin // *First Forum GeO IoT World 2016*, Brussels. Belgium. 25 may 2016. — [Electron resource]. Access mode: https://niir.ru/wp-content/uploads/2013/12/NIIR_Viliam-Sarian.pdf, free (accessed: 17.09.2018).

10. Recommendation ITU-T 2018 – Y.4121 «Requirements of an Internet of Things enabled network for support of applications for global processes of the Earth». [Electron resource]. Access mode: <https://www.itu.int/ITU-T/recommendations/rec.aspx?rec=13636&lang=en>, free (accessed: 17.09.2018).

11. Earthquakes and Waterfloods Monitoring System with the Application of the Internet of Things (IoT). Workshop on APEC TEL58 Taipei. Chinese Taipei. 1 October 2018 [Electron resource]. Access mode: <https://www.apec-epwg.org/public/uploadfile/act/16bed26f89ad133a998a79813e0c4bd4.pdf>, free (accessed: 17.09.2018).

Vadim V/ Ermakov

Doctor of Biological Sciences, professor,
Head of Laboratory GEOCHI RAS,
Honored Worker of Science of the Russian Federation
19, Kosygin str., Moscow, Russia, 119334
Phone: +7-916-189-80-29
Email: vad-ermak@yandex.ru

Viliam K. Sarian

Academician of NAS RA, Doctor of Engineering Sciences,
professor, Scientific Consultant FSUE NIIR,
Honored Communications Worker of the Russian Federation
16, Kazakov str., Moscow, Russia, 105064
Phone: +7-916-13-46-137
Email: sarian@niir.ru