

## СИСТЕМА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА И ЕГО ОРГАНИЗАЦИЯ В ИНТЕРЕСАХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ МЕГАПОЛИСОВ

Акселевич В.И.

*НОУ ВПО «Санкт-Петербургский университет управления и экономики», Санкт-Петербург,  
e-mail: vaksster@gmail.com*

В статье рассматриваются геоэкологические проблемы больших городов и формулируются цели, задачи и состав системы геоэкологического мониторинга. Обсуждаются опасные гелиогеофизические явления и важность их включения в объекты геоэкологического мониторинга. Целью организации мониторинга является обеспечение безопасности жизнедеятельности населения мегаполисов и гарантированный непропуск опасностей типа Чебаркульского метеорита или наводнения в Крымске. Предлагается построение многоуровневой системы мониторинга с удобным циркулярным и оперативным обменом информацией сверху вниз и сбором информации снизу вверх. Каждый пост должен быть оснащен средствами связи (лучше мобильной и компьютерной) для организации оперативного обмена информацией. Минимальный комплект датчиков должен включать анализаторы, позволяющие в экспресс-режиме определить концентрацию SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, O<sub>3</sub> и пыли. Первый уровень системы мониторинга должен базироваться на автомобилях, второй – на привязных и свободных аэростатах, третий – на геостационарном спутнике, а в северных районах (севернее 60 градуса северной широты) на полярно-орбитальном космическом аппарате.

**Ключевые слова:** геоэкологический мониторинг, система, опасные гелиогеофизические явления, большие города, безопасность жизнедеятельности

## MONITORING SYSTEM GEOECOLOGICAL AND ORGANIZATION TO ENSURE THE SAFETY OF THE MEGAPOLIS

Akselevich V.I.

*St. Petersburg University of Management and Economics, St. Petersburg,  
e-mail: vaksster@gmail.com*

The article deals with problems of large cities geo-ecological and formulate goals, tasks and composition of geo-environmental monitoring. Discussed heliogeophysical dangerous phenomenon and the importance of their inclusion in the geo-environmental monitoring facilities. The aim of the organization is monitoring the safety of life of the population of megacities and guaranteed overlook hazards such as meteorite in Chebarcul or flood in Krymsk. It is proposed to build a multi-level monitoring system with a comfortable circular and rapid exchange of information from the top down and bottom-up information gathering. Each post must be equipped with means of communication (preferably mobile and computer) to provide rapid information exchange. The minimum set of sensors should include analyzers, allowing in express mode to determine the concentration of SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, O<sub>3</sub> and dust. The first level of the monitoring system should be based on the cars, the second – in tethered and free balloons, the third – on a geostationary satellite, and in northern areas (north of 60 degrees north latitude) on polar-orbiting spacecraft.

**Keywords:** geo-ecological monitoring, system, heliogeophysical dangerous phenomenon, big cities, life safety

Современный этап развития общества характеризуется урбанизацией и ускоренным ростом существующих городов. На 1 января 2014 в России насчитывалось 15 городов-миллионеров (численность населения более 1 млн. человек) и 36 больших городов (БГ) (численность населения более 500 тыс. человек) [7].

Для обеспечения безопасности жизнедеятельности жителей необходимо создание и эффективное функционирование системы геоэкологического мониторинга. Это объясняется тем, что степень антропогенных преобразований природной среды в рамках городских территорий чрезвычайно высока. Городские ландшафты, в какой-то мере сходные с природными, весьма примитивны: парки, скверы, в значительной степени реже лесопарки, побережья озер и морей, а также своеобразные террасы рек. В столь простых

и часто примитивных экосистемах сохранились отдельные виды птиц и животных, паразитирующих на отходах деятельности человека. В меньшей степени изменяется литогеническая основа городской территории и в какой-то степени климат, хотя климат в центральных частях мегаполисов существенно отличается от климата пригорода. В центре города из-за повышенного выброса теплового потока среднегодовые температуры на 2–5 °С выше, чем в пригороде.

Как и любой искусственно созданный ландшафт, городская территория не может долгое время сохраняться в устойчивом состоянии без постоянной поддержки человека. Зброшенные или малоухоженные кварталы мегаполисов быстро разрушаются и представляют собой прекрасный пример антропогенно созданной «городской пустыни».

### Геоэкологические проблемы больших городов

В городских условиях кроме состояния атмосферного воздуха серьезную геоэкологическую проблему создают качество воды и очищение канализационных стоков. В настоящее время многие крупные города не в состоянии справиться с продуктами жизнедеятельности. Загрязнения поступают не только в поверхностные, но и подземные воды, в водопроводную систему, что представляет серьезную опасность при водоснабжении. К этому необходимо добавить функционирование системы сбора и переработки твердых бытовых и промышленных отходов. В результате возникает обстановка, опасная для жизнедеятельности и здоровья жителей городов.

Городские системы потребляют, перерабатывают и превращают в отходы значительную массу воды, продовольствия и топлива. Чем выше уровень развития страны, тем выше потребляемые услуги систем жизнеобеспечения. По степени потребления услуг различаются не только города развивающихся и развитых стран, но даже и районы в пределах одного города. Последнее зависит от уровня благосостояния жителей района.

Городские центры некоторых государств оказывают негативное геоэкологическое воздействие на прилегающие территории. Например, в некоторых странах Африки население готовит пищу с использованием дров, поэтому все существующие лесные ресурсы в радиусе 50 – 80 км от крупных городов истощены. В результате энергетического кризиса в Ереване многие деревья в черте города и в городских скверах были уничтожены и использованы для обогрева жилищ и приготовления пищи. Точно так же поступают в зимнее время жители многих городов России при отключении электроэнергии и газового снабжения.

Растительность уничтожается не только ради получения тепла, но и для функционирования предприятий промышленности и энергетики. Так, например, в Норильске и в его окрестностях весьма уязвимая растительность практически уничтожена на расстоянии до 100 км от промышленных предприятий. Особенно далеко протянулись полосы уничтоженной растительности вдоль преобладающих направлений ветра.

В то время как крупнейшие промышленные центры и мегаполисы и особенно конурбации в результате деятельности городского населения и своего географического местоположения способны причинить региональный геоэкологический ущерб, то несколько сотен крупных городов мира и тысячи более мелких вызывают локальное ухудшение состояния окружающей среды.

Однако их суммарный эффект также оказывает значительное воздействие на глобальную ситуацию.

Существуют три формы управления геологической средой. Во-первых, это изучение конечных результатов процессов экзо- и эндодинамики, их мониторинга и прогнозов. Во-вторых, это осуществление разнообразных мероприятий по освоению и рациональному использованию подземного и наземного геологического пространства и, в-третьих, это управление деятельностью горнорудных предприятий.

Система геоэкологического мониторинга является важной составной частью и одновременно служит инструментом оптимизации различных этапов хозяйственной деятельности: планирования, строительства, эксплуатации и управления.

На рис. 1. изображена информационная система мониторинга ОПС. Ее основу составляют параметры 4-х сфер: атмосферы, гидросферы, литосферы и биосферы.

На основе данных мониторинга создаются прогнозные модели геологической среды, которые широко используются для оптимального решения различных эколого-геологических задач. Эти исследования и модели позволяют определять допустимые техногенные нагрузки на верхние горизонты литосферы, оценивать эффективность и целесообразность применения различных методов освоения территорий и их застройки.

В 80-е годы XX в. ежегодно в мире сжигали промышленным способом около 6% бытового мусора (50 млн. т.), что давало мировому хозяйству дополнительно около 7,5 млрд. кВт/ч энергии. Большую перспективу в этом отношении имеет строительство небольших фабрик, производящих биогаз из органических отходов.

Расширяется индустрия по вторичному использованию отходов. В ряде стран Западной Европы действуют предприятия, извлекающие пластиковые отходы и превращающие их в новые изделия из пластмасс. Служба утилизации постоянно совершенствуется. В настоящее время любой производимый продукт сопровождается подробным описанием способов его возможной утилизации. С конца 80-х годов XX в. в Японии начали использовать роботов для сбора и транспортировки твердых бытовых и промышленных отходов, для участия в производственных процессах на мусоросжигающих и мусороперерабатывающих предприятиях.

На рис. 2 отображена информационная структура системы мониторинга, которая предлагается для организации геоэкологического мониторинга БГ и мегаполисов в режиме реального времени.



Рис. 1. Информационная система мониторинга ОПС.

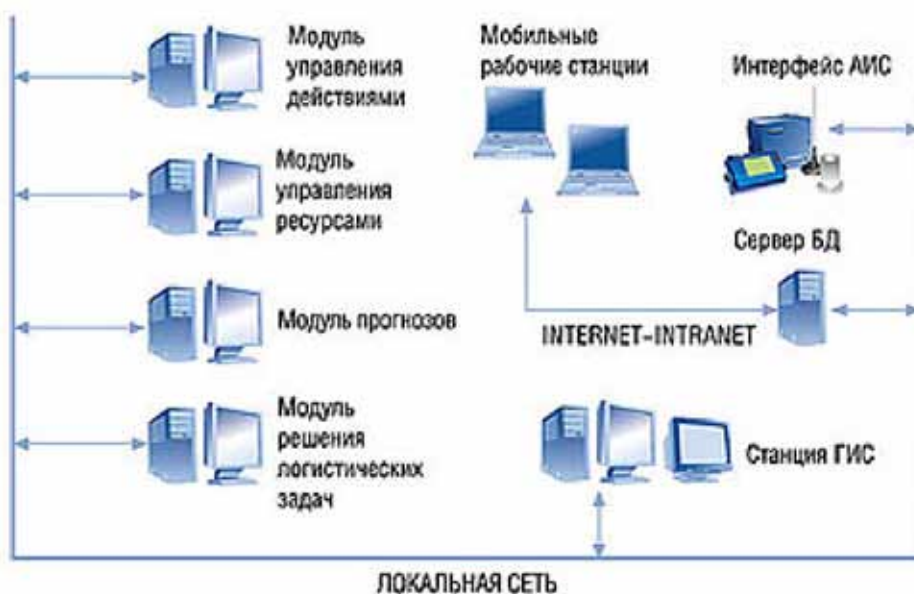


Рис. 2. Информационная структура системы мониторинга

### Опасные гелиогеофизические явления

В 2009 г. Национальным управлением океанических и атмосферных исследований (NOAA) была принята классификация параметров космической погоды и эффектов возможных воздействий на людей и технические системы [6]. Она разработана для геомагнитных бурь, солнечной радиации, нарушений радиосвязи, оценок повторяемости и интенсивности явлений, возможных сопутствующих эффектов, в том числе по интенсивности физических параметров. Гелиогеофизический мониторинг традиционно ориентирован на фоновые условия и их возмущения, которые проявляются в виде опасных гелиогеофизических процессов и явлений (ОГЯ), а также в неблагоприятных условиях. ОГЯ инициируют повышение рисков возникновения инцидентов и чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Это система наблюдений и контроля, производимых регулярно по определенной программе для оценки состояния космической погоды, анализа происходящих в ней процессов и своевременного выявления тенденций ее изменения.

Типовая система гелиогеофизического мониторинга включает [5]: организационную структуру; общую модель системы, включая объекты мониторинга; комплекс технических средств; модели развития ситуаций; методы наблюдений, обработки данных, анализа ситуаций и прогнозирования; информационную систему

В [3] в качестве ОГЯ рассматриваются: интенсивные солнечные вспышки, магнитная буря (суббуря), ионосферная буря, высокий уровень ультрафиолетового потока солнечного излучения. Они приводят к критическим режимам функционирования технических систем, инициируют существенные изменения в эволюции природных систем, чрезвычайные ситуации (ЧС). В последние годы на включение в перечень ОГЯ претендуют кометно-астероидные риски, метеориты и космический мусор [4]. Критерии ОГЯ подобраны на основе экспертного оценивания и включают [3]:

- регистрируемую бортовой научной аппаратурой космического аппарата плотность потока заряженных частиц, проникающих за защиту толщиной 10 кг / м<sup>2</sup> алюминия (протоны с энергией  $E > 30$  МэВ, электроны с энергией  $E > 2$  МэВ). Значения плотности потока берутся в полярных зонах магнитосферы Земли или вне магнитосферы;

- резкое ухудшение радиационной обстановки в ОКП при условии, что плотность потока протонов  $I$  солнечных космических лучей, регистрируемых бортовой научной

аппаратурой космического аппарата, превышает  $> 5 \cdot 10^8$  м<sup>-2</sup>с<sup>-1</sup>;

- резкие изменения ионосферы, способные привести к значительным нарушениям условий распространения радиоволн в виде: – появления и сохранения в течение 3 часов подряд отрицательных отклонений – более 50 % от медианных значений критических частот слоя F2;

- появление поглощения в полярной шапке по риометрическим данным, превосходящего 3 дБ в течение 3 часов и более. При отсутствии оперативных риометрических данных считать эквивалентным указанному критерию появления потоков протонов ( $E > 15$  МэВ) в высоких широтах при  $I > 10^7$  м<sup>-2</sup>с<sup>-1</sup>;

- появление полного замирания сигналов в КВ-диапазоне по наблюдениям методом измерения поглощения на наклонных трассах в течение 20 мин и более.

Опасные космические процессы и явления инициируются солнечной активностью и кометно-астероидными объектами, взаимодействующими с атмосферой и магнитосферой Земли, антропогенными процессами.

Они проявляются в виде солнечных протонных событий, возмущений магнитосферы и ионосферы Земли, полярных сияний, интенсивном рентгеновском и ультрафиолетовом излучении Солнца, взрывов и падений комет, астероидов, метеороидов, интенсивных метеорных потоков.

Различают нормальные, неблагоприятные гелиогеофизические условия (НГУ) и опасные гелиогеофизические явления (процессы).

НГУ повторяются несколько раз в год и инициируют критические режимы в функционировании технических систем, что проявляется в инцидентах и ЧС природного и техногенного характера [4].

### Система геоэкологического мониторинга

Для определения оптимального состава системы оперативного экологического мониторинга на первом этапе представляется целесообразным сформулировать перечень контролируемых параметров и возможности наблюдения за ними. На втором этапе следует сравнить привлекаемые технические средства по их стоимости, точности производимых наблюдений, оперативности и надежности получения информации. Третий этап должен включить в себя комплексную оценку предлагаемых вариантов построения системы с точки зрения учета некоторых объективных критериев и согласования их между собой.

В соответствии с [2] атмосферу можно представить в виде суммы трех компонент,

к которым относят механическую смесь газов, аэрозоли и физические поля. Соответственно, говоря о системе геоэкологического мониторинга необходимо учитывать все 3 составляющих.

Развитие науки и техники, увеличение антропогенной нагрузки на ОПС, существенные достижения человечества в получении и усвоении информации о природных и техногенных катаклизмах являются предпосылками к организации геоэкологического мониторинга. Важным свойством создаваемой системы должна стать ее оперативность. Действительно, нужно обеспечить сбор и распространение информации о состоянии ОПС в режиме реального времени по аналогии с гидрометеорологией.

Федеральная сеть МЗА требует модернизации, усовершенствования технологии проведения наблюдений, анализа и обработки. Эта работа должна быть проведена в рамках специальной целевой инвестиционной программы модернизации сети наблюдений за загрязнением атмосферы.

На основании вышеописанной картины можно предложить следующее.

Система мониторинга состояния ОС должна быть многоуровневой с удобным циркулярным и оперативным обменом информацией сверху вниз и сбором информации снизу вверх.

Каждый пост должен быть оснащен средствами связи (лучше мобильной и компьютерной) для организации оперативного обмена информацией.

Минимальный комплект датчиков должен включать анализаторы, позволяющие в экспресс-режиме определить концентрацию  $SO_2$ ,  $NO_x$ ,  $CO$ ,  $O_3$  и пыли.

Первый уровень системы мониторинга состояния ОС должен базироваться на автомобилях.

Второй уровень системы мониторинга состояния ОС целесообразно создать на базе привязных и свободных аэростатов.

Задачи третьего уровня системы мониторинга состояния ОС способен решать гео-

стационарный спутник, а в северных районах (севернее 60 градуса северной широты) полярно-орбитальный КА.

### Заключение

Такая система способна решить вопросы организации мониторинга состояния атмосферного воздуха, водной среды, почвы и литосферы БГ. Результатом должна стать реальная защита населения в чрезвычайных экологических ситуациях [1].

В перспективе рассматривается вопрос о создании национальной системы мониторинга загрязнения атмосферы (НСМЗА). Ее ядром явится действующая ГСМЗА, с включением в нее, в качестве функциональных элементов, систем ведомственной принадлежности. Планируемое резкое увеличение финансирования экологических вопросов позволяет с оптимизмом смотреть в будущее. Перспективы создания и развития системы экологического мониторинга в дальнейшей глубокой модернизации и автоматизации всех компонентов системы наблюдений, более широком использовании возможностей вычислительной техники.

### Список литературы

1. Акселевич В.И., Захаров Ф.В., Организация мониторинга состояния атмосферного воздуха // Сборник тезисов и статей IV международного молодежного экологического форума стран Балтийского региона «Экобалтика-2002», 21-23 октября 2002 г. – СПб.: СПбСПУ, 2002. – с. 112.
2. Атмосфера: Справочник. – Л.: Гидрометеониздат, 1991. – 510 с.
3. Положение о порядке действий учреждений и организаций при угрозе возникновения и возникновении опасных природных явлений. РД 52.88.699 – 2008.
4. Тертышников А.В. Возможные коррективы критериев опасных гелиогеофизических явлений. // Гелиогеофизические исследования. Вып. 5, 2013. – С.34 – 42.
5. Тертышников А.В. Основы мониторинга чрезвычайных ситуаций. Учебное пособие. – М., 2011. – 261 с.
6. Шкала геоэффективных явлений космической погоды национального управления США по проблемам атмосферы и океанов. (The NOAA Space Weather Scales tables).
7. [http://www.statdata.ru/largest\\_cities\\_russia](http://www.statdata.ru/largest_cities_russia) (Дата последнего обращения 28.05.2015).