

Экологический мониторинг окружающей среды

УДК 504.06+65.012.1

А.В. Иванов

РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЭПОХИ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Аннотация. Пятидесятилетний период развития систем экологического мониторинга привел к формированию концепции информационно-аналитических ресурсов, направленных на повышение эффективности экологической безопасности и формирования безопасной и комфортной среды обитания. Интернет вещей, представляющий собой сетевое отображение параметров техносферы, существенно расширяет возможности традиционного подхода. В работе представлен анализ результатов формирования систем экологического мониторинга, ключевым элементом которых становится онлайн-моделирование показателей комфортности среды обитания на основе измерений метеорологических параметров и параметров транспортных потоков, осуществляемых в реальном времени. В результате появляется возможность предоставления результатов анализа состояния среды и результатов расчета уровня риска для здоровья населения от шума и загрязнения воздуха в зоне автомобильных пробок, а также риска для здоровья от возможных тепловых ударов и обморожения в условиях опасного ветрохолодового эффекта. Важным достоинством новых систем экологического мониторинга становится их ориентация на запросы не только органов власти, но и запросы обычных пользователей: мест, прилегающих к экологически напряженным территориям, пассажирам и водителям транспортных средств, а также проектировщикам урбосистем.

Ключевые слова: техносфера, природные ресурсы, эмиссии загрязняющих веществ, риски для здоровья населения, экологический мониторинг в режиме реального времени, Интернет вещей.

Для цитирования: Иванов А.В. Региональный экологический мониторинг эпохи интернета вещей // Управление техносферой: электрон. журнал. 2018. Т.1. Вып. 2. С. 165 – 184. URL: <http://f-ing.udsu.ru/technosphere>

Краткий анализ развития регионального экологического мониторинга в России. Понятие мониторинга и его конкретного варианта – экологического мониторинга сформировалось около 60 лет назад. Важным является установление принципиальных отличий мониторинга от контроля, а также его вспомогательной роли в процедурах выработки управленческих решений [1]. В России сложились два конкурирующих между собой подхода к

формированию и использованию систем экологического мониторинга. Академик Ю.А. Израэль, возглавлявший гидрометеорологическую службу СССР длительное время, был приверженцем «погодного» подхода. Это означает, что структура экологической информации впервые строилась аналогично погодной и климатической. Особое внимание уделялось формированию длительных однородных временных рядов данных. При этом тот факт, что механизмы эмиссии, распространения и трансформации пространственной структуры загрязнения окружающей среды имеют принципиальные отличия от механизмов формирования воздушных и водных потоков и полей температуры, учитывался в недостаточной степени. Это привело тому, что информацию системы мониторинга, созданной под руководством Израэля, хронически не хватает для выработки управленческих решений на территориальном уровне.

Возникшее противоречие решается в рамках подхода, предложенного канадским метеорологом Р.Э. Манном (Munn, R.E.), разработавшим проблемно-ориентированную систему экологического мониторинга для ООН [2]. Аналогичный подход в СССР с учетом особенностей отечественной системы управления развивался академиком И.П. Герасимовым. Этот подход в большей степени ориентируется на выявление причинно-следственных связей между источником загрязнения и состоянием окружающей среды. Именно эти представления были положены в основу проекта единой государственной системы экологического мониторинга, разработанного в России в первой половине девяностых годов прошлого века. Однако полноценное применение такого подхода предполагает постоянное использование моделей рассеивания для оценки и для прогнозирования состояния окружающей среды с учетом предлагаемых управленческих решений. По сути, это означало бы внедрение проектного подхода в управление состоянием окружающей среды. К этому ни правовая база, ни кадры не были готовы. Кроме того, внедрение ЕГСЭМ на

федеральном уровне замедлилось из-за столкновения ведомственных интересов. Гидромет пытался избежать статуса, подчиненного министерству экологии и природных ресурсов РФ, и поэтому не спешил внедрять новую модель экологического мониторинга. Министерство экологии и природных ресурсов РФ не сумело сохранить свой статус и превратилось в комитет. Видимо, поэтому подход, ориентированный на формирование больших временных рядов данных, важный для выявления тенденций изменения климата, связанный с участием России в международных проектах, получил в нашей стране наибольшую административную поддержку. При этом регионы РФ стремились внедрить проблемно ориентированный, а по сути – проектно-ориентированный подход. Это означало приоритет в развитии средств моделирования и использования программных продуктов, обеспечивающих объединение источников эмиссий различных типов.

Более двадцати регионов РФ сотрудничали с разработчиками экологического программного комплекса Zone (Санкт-Петербург) из Российского гидрометеорологического университета и АО Ленэкософт в создании локальных и региональных систем мониторинга атмосферного воздуха. Для аварийного мониторинга водных объектов в бассейне Волги применялись двумерные модели турбулентной диффузии загрязнения в реках и заливах Cardinal. По этому пути шла Нижегородская область [3]. В Москве было создано предприятие Прима-М, положившее начало существующей системе экологического мониторинга Москвы, в которой автоматизированные станции и система моделирования образуют целостную систему. Пермский опыт создания системы динамического нормирования выбросов позволял более точно устанавливать нормативы предельно допустимых выбросов для предприятий. В отличие от государственной системы экологического мониторинга региональные системы в своей основе опирались на моделирование процессов рассеивания и оценку риска для здоровья населения с

привлечением передвижных лабораторий и автоматизированных станций. Моделирование решало задачу объединения вклада передвижных и стационарных источников выбросов в атмосферу, а также учета развития сценариев аварийных сбросов и выбросов.

На федеральном уровне в России действует государственная система экологического мониторинга, которая продолжает использовать систему наблюдений за атмосферным воздухом и поверхностными водами, сформированную в шестидесятых годах 20 века. При этом в последние годы определен новый порядок осуществления экологического мониторинга отраслями и ведомствами, что предполагает включение результатов мониторинга в систему управления состоянием окружающей среды и природными ресурсами. Происходит внедрение современных информационных технологий. Появились автоматизированные станции мониторинга атмосферного воздуха. Началось формирование банков данных экологической информации. Однако использование государственной системы экологического мониторинга для эффективного управления состоянием окружающей среды только начинается.

Онлайн-сервисы для экологического мониторинга. Наполнение концепции Интернета вещей разнообразным технологическим контентом и внедрение практических решений для ее внедрения, начиная с 2010 года, считается устойчивой тенденцией в области информационных технологий в первую очередь из-за широкого распространения беспроводных сетей, появления облачных вычислений, развития коммуникационных технологий [3]. В данной работе концепция Интернет вещей выходит на качественно новый уровень. Наряду с передачей и обработкой информации в глобальной сети и расчетом загрязнения воздуха в автомобильных пробках реализуются новые сервисы онлайн-расчета шума от транспортных потоков и онлайн-расчета микропогодных характеристик.

Городская среда представляет собой многопараметрическую гетерогенную и быстро меняющуюся среду. Интернет технологий вещей и математическое моделирование метеорологических и гидрофизических процессов создают реальную основу для мониторинга в реальном времени приемлемых метеорологических условий и загрязнения городской среды. В настоящем документе основное внимание уделяется применению быстро меняющихся онлайн-метеорологических данных и данных о трафике для исследования и моделирования городской среды, включая местную метеорологическую кажущуюся микроструктуру, загрязнение воздуха и воды и влияние на здоровье, цветение водорослей, природное и культурное наследие. Быстро изменяющиеся данные в Интернете и относительно стабильные параметры создают основу для моделирования концентрации загрязняющих веществ и ее воздействия на природную и антропогенную среду [4].

Основой онлайн-мониторинга являются метеорологические данные, предоставляемые метеорологическими станциями и GPS-навигацией транспортных средств, предоставляемых муниципальными администрациями. Онлайн-оценка основана на моделях, где данные о потоке трафика и температуре воздуха t_a , относительной влажности f , скорости ветра v и направлении ветра и давлении p_a используются в качестве быстро меняющегося параметра в сочетании с медленно меняющимися параметрами, например, доля разных групп транспортных средств, качество, площадь дороги, плотность застройки, доля участка, покрытого зелеными зонами и водными объектами. Схематически работа онлайн-сервисов представлена на рис. 1., где сервис Eco-routes работает на основе онлайн-информации ресурсов *Real-meteo* и Яндекс.

Мониторинг микропогодных характеристик температуры и скорости ветра важен для оценки благоприятности постоянно меняющихся метеорологических условий городской среды. Важнейшими параметрами являются эффективная

ощущаемая температура, локальная скорость ветра, локальная влажность, уровень солнечной радиации и давление.



Рис.1. Схема взаимодействия онлайн-сервиса экологического мониторинга загрязнения воздуха в зоне автомобильных пробок с метеорологическим сервисом RealMeteo и сервисом Яндекс

Эффективная эквивалентная температура по формуле Миссенарда за вегетационный период равна согласно работе [5]:

$$T_e = 37 - \frac{37 - t_a}{0.68 - 0.00014f + (1.76 + 1.4v^{0.75})^{-1}} - 0.29t_a \left(1 - \frac{f}{100}\right) \quad (1)$$

где t_a – температура воздуха, °С;

f – относительная влажность, %;

v – скорость ветра на высоте 1,5 м, м/с.

Стандартные метеорологические данные основаны на измерениях скорости ветра на высоте 10 м: $v_{10} = 1.5v$.

Локальная температура воздуха t_a под влиянием зеленых зон снижается на величину ΔT по сравнению с температурой на ближайшей метеостанции T_{ms} :

$$t_a = T_{ms} - \Delta T \quad (2)$$

Где ΔT зависит от доли территории, покрытой парками и лесами X [5]:

$$-\Delta T = 0.77 * \ln X - 0.91 \quad (3)$$

Таким образом, расчеты эффективной температуры включают характеристики удобства для жизни исследуемых локальных условий. Другим важным эффектом является ветрохолодовой эффект влияния на ощущаемую температуру t_{WC} в зимнее время года. [6]:

$$t_{WC} = 13.12 + 0.6215t_a - 11.37v_{10}^{0.16} + 0.3965t_a v_{10}^{0.16} \quad (4)$$

Локальная скорость ветра зависит от доли плоского рельефа и доли рельефа и застройки типа каньон β [7]:

$$V = K * V_{ms}(1 - \beta) + \beta * V_{ms} \quad (5)$$

Коэффициент изменения скорости ветра уличными каньонами берется равным:

$$K = (1 + \sqrt{\varepsilon})(1 - \varphi) + \varphi \quad (6)$$

где φ - это доля исследуемой микротерритории, покрытой водой,

ε - плотность застройки.

Результатом такого расчета станет карта эффективной температуры Миссенарда T_e , промодулированная зелеными и голубыми зонами, а также уличными каньонами.

Мониторинг загрязнения воздуха, создаваемого автомобильными пробками, включает загрязнение воздуха газообразными соединениями NO_x , CO and C_xH_y . Онлайн-расчет концентрации основан на изучении сложившейся структуры транспортного потока, его интенсивности N и зависимости от скорости транспортного потока во время пробок V . Регрессионная модель в общем случае связывает N со скоростью V [8]:

$$N = -\alpha V^2 + \beta V + \gamma \quad (7)$$

где α , β , γ являются параметрами регрессионной модели. Расчет интенсивности транспортного потока N обеспечивает полноту набора параметров для расчета по гауссовой модели в онлайн-режиме.

Результаты сравнения расчетных и измеренных концентраций оксидов азота представлены на рис. 2.

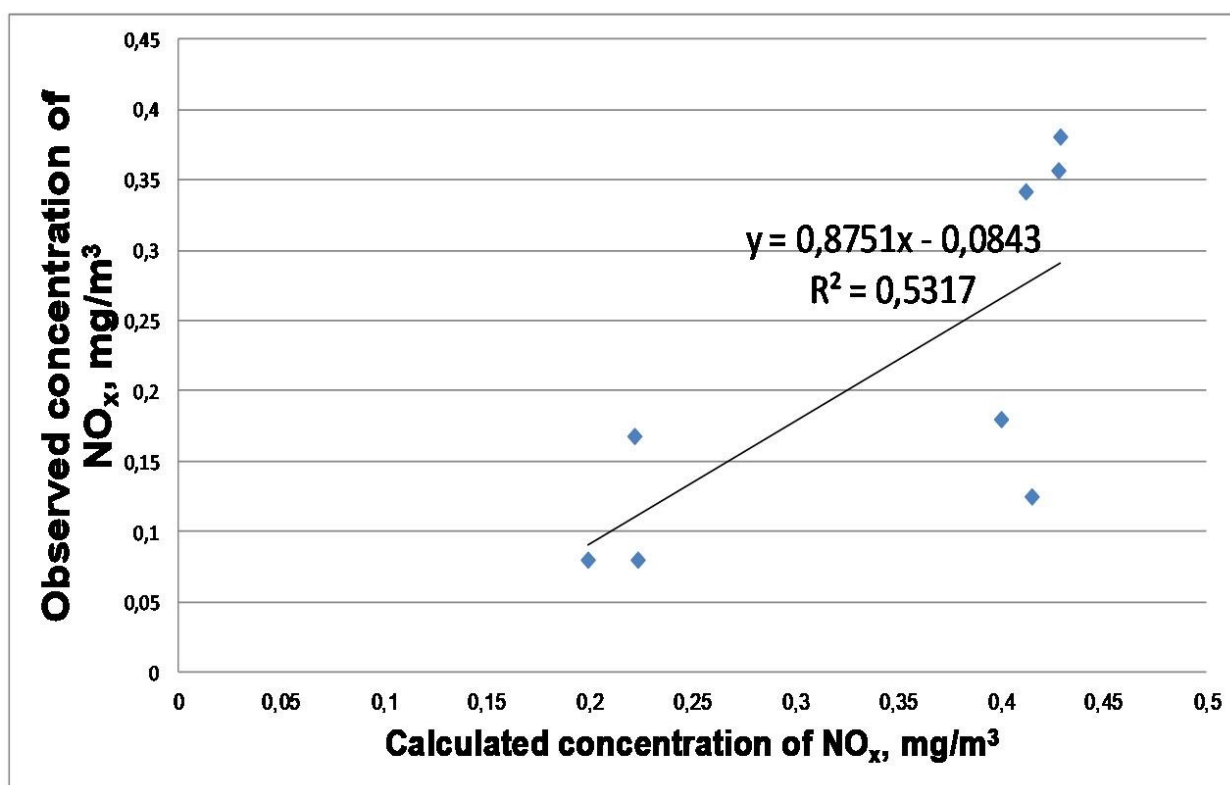


Рис. 2. Регрессионный анализ рассчитанных и измеренных концентраций оксидов азота в придорожной зоне во время автомобильной пробки на пл. Комсомольской в Нижнем Новгороде

Риск немедленных токсикологических эффектов в этом случае может быть рассчитан по методике А.В. Киселева и К.Б. Фридмана [9]:

Для веществ 1 класса опасности:

$$\text{Prob} = -9.15 + 11.66 \times \lg (C/\text{ПДК}_{\text{мр}}), \quad (8)$$

Для веществ 2 класса опасности:

$$\text{Prob} = -5.51 + 7.49 \times \lg (C/\text{ПДК}_{\text{мр}}), \quad (9)$$

Для веществ 3 класса опасности:

$$\text{Prob} = -2.35 + 3.73 \times \lg (C/\text{ПДК}_{\text{мр}}), \quad (10)$$

Для веществ 4 класса опасности:

$$\text{Prob} = -1.41 + 2.33 \times \lg (C/\text{ПДК}_{\text{мр}}). \quad (11)$$

$$\text{Risk} = \int_{-\infty}^{\text{Prob}} e^{-\frac{x^2}{2}} dx \quad (12)$$

где Risk – это вероятность немедленных токсикологических эффектов;

Prob – пробит функция, зависящая от максимально разовой концентрации C анализируемого вещества, предельно допустимой концентрации максимально разовой этого вещества ПДК_{мр}.

Для мониторинга уровня шума, создаваемого транспортными потоками, предлагается использовать полуэмпирическую формулу расчета уровня шума на основе быстро меняющегося параметра – скорости потока v и относительно стабильных рассчитываемых на основе специальных исследований интенсивности транспортного потока N_a , числа полос транспорта и доли тяжелых шумных транспортных средств S_{hv} [10]:

$$L_{ae} = 9.5Lg(N_a) + 12.64Lg(v) + 6.98Lg(1 + S_{hv}) + 11.39 \quad (13)$$

где L_{ae} – расчетный эквивалентный уровень шума на расстоянии 7.5 м от оси крайней полосы движения на высоте 1,5 м, дБА; N_a – расчетная интенсивность движения транспорта, транспортных средств в час; v – скорость транспортного потока, км в час; S_{hv} – доля грузовых автомобилей и автобусов, в %.

Риск для здоровья рассчитывается по формуле:

$$\text{Risk} = \frac{1}{\sqrt{2+\pi}} \int_{-\infty}^{\text{Prob}} e^{-\gamma^2/2} d\gamma \quad (14)$$

где

$$\text{Prob} = -4,5551 + 0.0851 * L_{\text{экв.р}} \quad (15)$$

Где $L_{\text{экв.р}}$ – расчетный эквивалентный уровень риска для здоровья в заданной точке, например, на фасаде дома.

Такой расчет может быть использован для оценки опасности шумового воздействия на здоровье населения и выработки мероприятий в соответствии с действующей методикой [11].

Сравнение расчетного уровня шума и измеренного шумомером представлено на рис. 3.

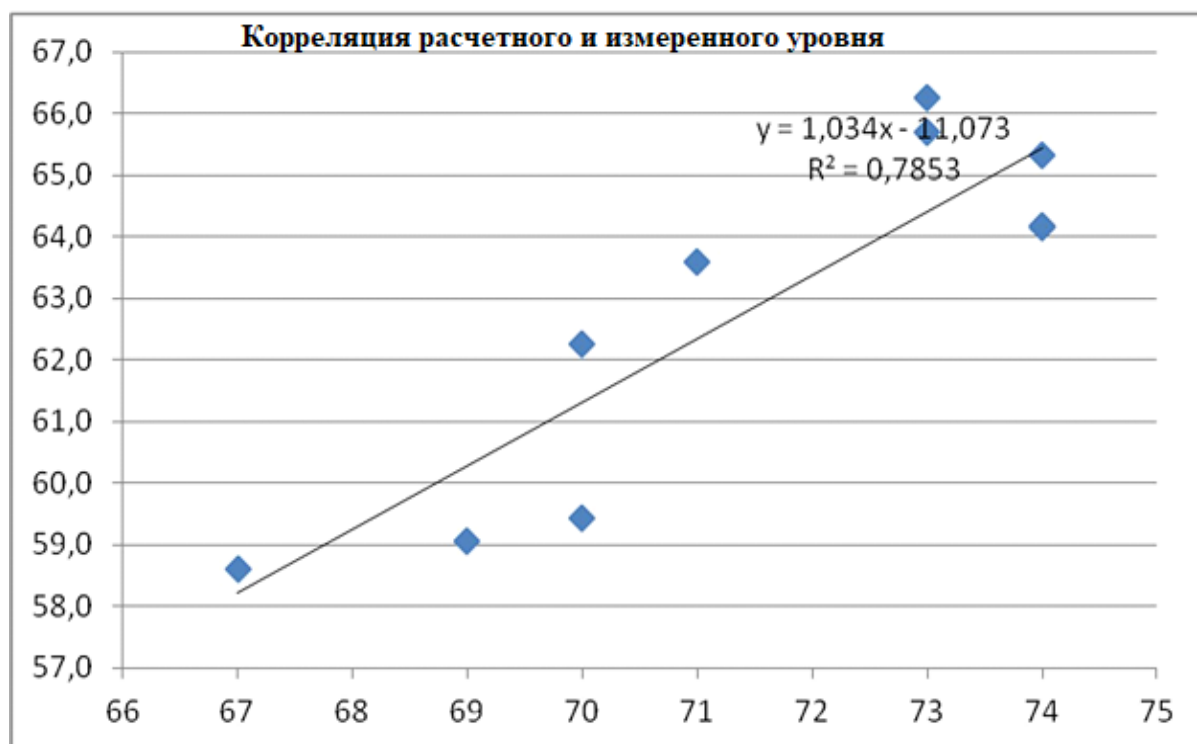


Рис. 3. Сравнение расчетного и измеренного уровня шума

Онлайн-расчет уровня опасного цветения воды в водоемах озерного типа также может быть рассчитан в рамках данного подхода на основе модели оценки качества воды водоемов озерного типа [12].

Экологический мониторинг водоемов озерного типа на основе экспресс-анализа. В рамках создания этого сервиса в первую очередь шла речь о минимальном наборе мобильного оборудования для изучения и онлайн-мониторинга водоёмов озерного типа.

Для проведения экспресс-анализа водоемов озерного типа были выбраны

гидрофизические методы мониторинга. Это исследование включает в себя измерение прозрачности с помощью диска Секки, измерения профиля температуры с помощью СТД зонда и индекса водорода с использованием рН-метра. Кроме того, эти исследования включают в себя определение видового состава и количественных характеристик водорослей и цианобактерий с использованием микроскопа. Таким образом, минимальный перечень оборудования включает:

- Диск Секки
- Пробоотборник
- РН-метр и термометр
- Микроскоп
- Многопараметрический прибор AP5000 (либо его аналоги)
- Метеостанция (при необходимости)
- Средства фотофиксации с выходом в интернет.

Подход разработан, чтобы определить критический уровень цветения водорослей и принять адекватные решения для водоемов озерного типа, в которых плотностное расслоение является важным фактором, и число Ричардсона превышает критическое значение [13]. Для оценки критического уровня цветения используется уровень концентрации, предлагаемый Всемирной организацией здравоохранения.

Объекты исследования – это Горьковское водохранилище, Вадское озеро и иные водоемы Нижегородской области.

Исследования проводились летом и осенью в дневное время в центральной зоне водоемов, где глубина близка к максимальной.

В исследованиях, проводимых в рамках совместной программы исследования ИПФ РАН и ННГАСУ, использовалось оборудование, основанное на гидрофизических методах натуральных исследований и методах

физических и биологических лабораторных исследований [12].

Особенностью данной работы является использование диска Секки для оценки концентрации хлорофилла. Такая оценка основывается на модификации закона Бугера-Ламберта-Бера для водоемов, содержащих как биотические, так и абиотические загрязняющие вещества.

На основе закона Бугера-Ламберта-Бера получена модифицированная формула Брэдфорда-Майеро, связывающая концентрацию хлорофилла C с глубиной Секки d и с коэффициентом ослабления света в приповерхностном слое k_{s0} , полученным в условиях, когда биотическая составляющая данного водоема пренебрежимо мала по сравнению с абиотической:

$$C = \left(\frac{7.7}{d} - 4 * k_{s0} \right)^{1.47} \quad (15)$$

Для определения значений k_{s0} в исследуемых водоемах были обработаны сезонные данные измерений прозрачности с помощью диска Секки, представленные на рис. 4.

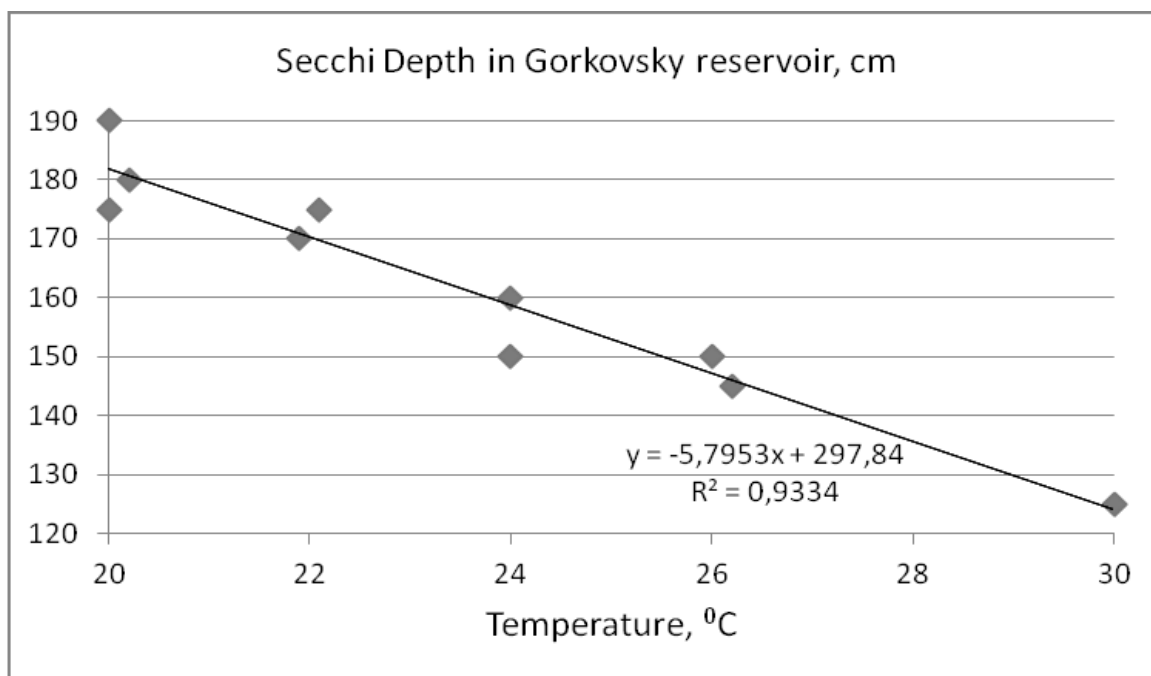


Рис.4. Зависимость глубины Секки d от температуры воздуха для Горьковского водохранилища

В результате для Горьковского водохранилища получено:

$$k_{s0} = \frac{1,9}{2,95} = 0,64 \quad (16)$$

Согласно формуле И.Л. Пыриной [12], имеется возможность вычислить зависимость концентрации хлорофилла от глубины, где I - солнечная радиация на глубине z .

$$P'(z) = \frac{I(z)}{0,35 + 0,009 * I(z)} \quad (17)$$

где

$$I(z) = I_{surf} * (I - 0,01 * A) * e^{-\left(\frac{2,39}{\sqrt{d}} + 0,38\right)\sqrt{z}} \quad (18)$$

Формула продукции хлорофилла в зависимости от температуры с учетом минимальной, оптимальной и максимальной температуры для каждого вида имеет вид [12].

$$P''(z) = \frac{(T - T_{max})(T - T_{min})^2}{(T_{opt} - T_{min})[(T_{opt} - T_{min})(T - T_{opt}) - (T_{opt} - T_{max})(T_{opt} + T_{min} - 2T)]} \quad (19)$$

Интегральный эффект влияния температуры и солнечной радиации представляет собой произведение двух выше указанных эффектов:

$$P(z) = P'(z) * P''(z) \quad (20)$$

С помощью данных формул и расчетов, зная температуру воды и воздуха, а также с учетом силы ветра, возможно будет прогнозировать опасность размножения сине-зеленых водорослей и своевременно принимать меры по предотвращению цветения.

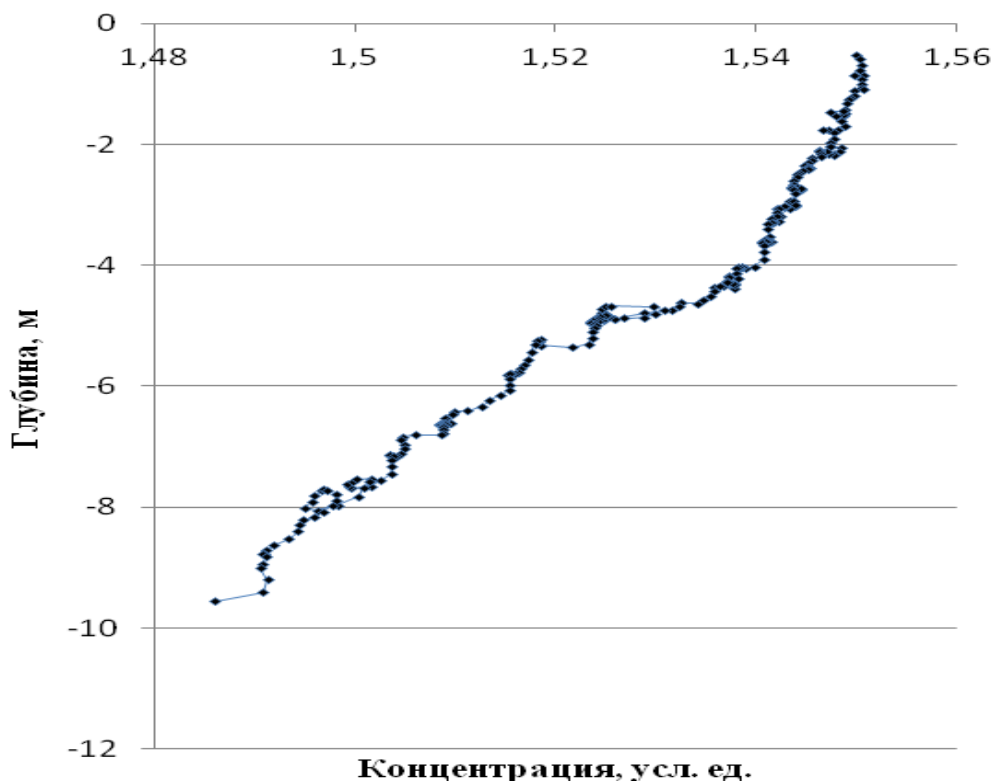


Рис. 5. Расчетный профиль продукции хлорофилла А $P(z)$ в зависимости от глубины $P(z)$ для водорослей *Asterionella formosa*

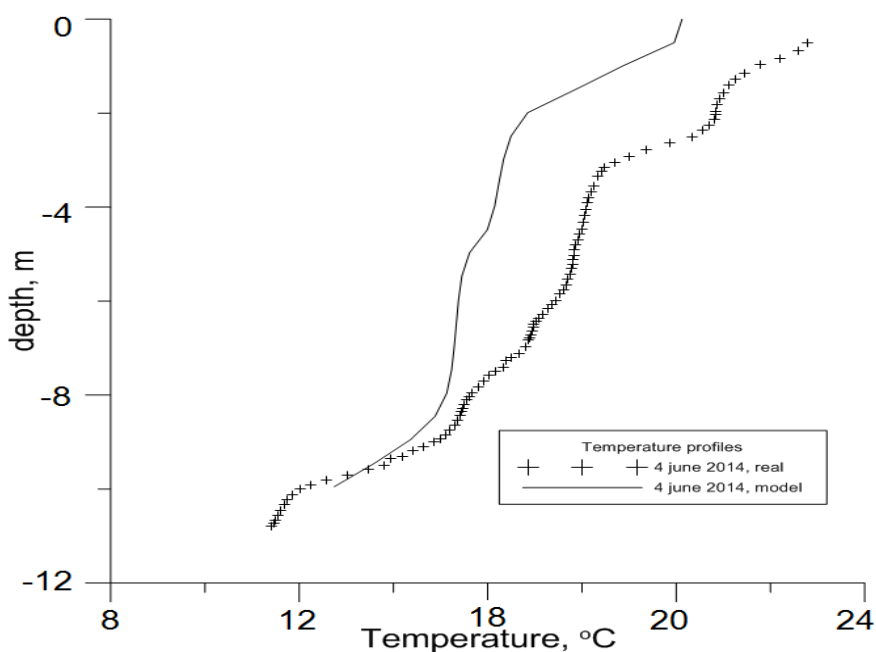


Рис. 6. Сравнение фактической стратификации и расчетов с помощью комплекса LAKE, выполненных в ИПФ РАН

Исходные данные собираются на регистрирующие устройства с помощью беспроводной связи. Дальнейшую передачу информации на сервер в режиме online предлагается осуществлять с помощью мобильного приложения.

Меню мобильного приложения включает в себя:

- название реки, озера или водохранилища;
- глубину Секки d;
- температуру воды;
- температуру воздуха;
- фотографии поверхностного волнения.

Выполненные исследования показали принципиальную возможность начать интернет проект интерактивного мониторинга процессов цветения водохранилищ и озер.

Выводы

Предложен минимальный набор оборудования для исследования экологических характеристик водоёмов и атмосферного воздуха, обеспечивающий прогнозирование и проверку соответствия расчетных и измеряемых показателей загрязнения окружающей среды.

Представлены формулы для онлайн-оценки в реальном времени фактического и прогнозируемого уровня загрязнения и выполнено их сравнение, которое показало удовлетворительный уровень соответствия.

Таким образом, сформирован целостный подход к созданию экологических онлайн-сервисов, который позволяет на основе широко распространенной доступной локальной метеорологической информации и информации о GPS координатах транспортных потоков рассчитывать микропогодные характеристики, характеристики химического и шумового загрязнения атмосферного воздуха и параметры процессов цветения водоемов озерного типа. Такой подход существенно расширяет возможности оценки

влияния загрязнения на риски для здоровья населения, так как стало возможным оценивать не только хронические токсикологические эффекты, но и немедленные токсикологические эффекты. Соответственно, управление качеством окружающей среды в этом случае может осуществляться не только за счет реализации долгосрочных градостроительных решений, но и за счет принятия оперативных решений как органами власти, так и жителями.

Благодарности

Автор выражает благодарность профессору кафедры прикладной информатики ННГАСУ доктору технических наук А.Ю. Платову за плодотворное сотрудничество в реализации изложенных в работе задач. Работа выполнялась при поддержке Российского научного фонда по проекту 15-17-20009 и проектам РФФИ 17-05-41117, 15-45-02580.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Экоинформатика. Теория. Практика. Методы и системы / под ред. академика РАН В.Е. Соколова. СПб: Гидрометеиздат, 1992. 520 с.
2. Ted Munn. Global Environmental Monitoring Systems (GEMS): Action Plan for Phase I. ICSU-SCOPE. 1973. P. 130
3. Математическое моделирование в задачах прогнозирования аварийных ситуаций на оке в пределах нижегородской области / А.В. Иванов, К.А. Клеванный, С.И. Козлов, А.А. Красильщиков, Г.В. Матвеев, Н.Е. Солович, Е.Н. Пелиновский, Е.Б. Смирнова, Т.Г. Талипова // Водные ресурсы. 2000. Т. 27. № 3. С. 305 – 312.
4. Kevin Ashton. How to Fly a Horse: The Secret History of Creation, Invention, and Discovery Hardcover – January 20, 2015
5. Ivanov A. V., Platov A. Yu., Stepanov D. V. Online traffic jam monitoring for mobile users // 16th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM, Book 2. Vol.1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.proceedings.com>, свободный. – (дата обращения: 21.08.2018).
6. Город, архитектура, человек и климат. Архитектура / М.С. Мягков, Ю.Д. Губернский, Л.И.

- Конова, В.К. Лицкевич. М., 2007, 344 с.
7. ГОСТ Р ИСО 15743-2012 Практические аспекты менеджмента риска. Менеджмент и оценка риска для холодных сред. М.: Стандартинформ, 2014. 65 с.
 8. ISO 15743-2012 Practical aspects of management of risk. Risk assessment and management for cold workplaces.
 9. Руководство по оценке и регулированию ветрового режима жилой застройки ЦНИИП градостроительства СССР, М.: Стройиздат, 1986.
 10. Киселев А.В. Фридман К.Б. Оценка риска здоровью. Санкт-Петербург.: Дейта, 1997. 104 с.
 11. Цукерников И.Е. Современные методы расчёта шума транспортных потоков // Защита от повышенного шума и вибрации: сборник докл. IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 26-28 марта 2013 г. СПб., 2013. С. 36 – 51.
 12. МР 2.1.10.0059-12 Оценка риска здоровью населения от воздействия транспортного шума // Состояние здоровья населения в связи с состоянием окружающей среды и условиями проживания населения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru>, свободный. – (дата обращения: 21.08.2018).
 13. Ivanov A., Guseinova S. Online monitoring of water quality in the lake type reservoir based on in situ measurements, assessment and forecast // International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM, 2016, no. 3-1. pp. 537 – 544.
 14. Стратификация как фактор влияния на качество вод равнинного водохранилища / А.В. Иванов, Ю.И. Троицкая, В.В. Папко, Д.А. Сергеев, Г.А. Байдаков, М.И. Вдовин, В.И. Казаков, А.А. Кандауров, И.М. Афанасьева, О.В. Донскова, Н.М. Шувалова // Приволжский научный журнал. 2015. № 2 (34). С. 149 – 156.

Поступила в редакцию 05.09.2018

Сведения об авторах

Иванов Александр Владимирович

кандидат экономических наук, доцент кафедры ВВЭХ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»

603950, Нижний Новгород, ул. Ильинская, 65

alexanderivanov52@yandex.ru

A.V. Ivanov

ENVIRONMENTAL MONITORING IN THE REALM OF INTERNET OF THINGS

Abstract. The fifty-year period of the development of environmental monitoring led to the formation of the concept of information and analytical resources focused on increasing the effectiveness of environmental safety and the formation of a safe and livable environment. The Internet of things, which is a network image of the parameters of the technosphere, significantly expands the possibilities of the traditional approach. The paper presents an analysis of the results of the formation of environmental monitoring systems, the key element of which is the online modeling of the indicators of habitat comfort based on measurements of meteorological parameters and parameters of traffic flows carried out in real time. As a result, it becomes possible to provide the results of an analysis of the state of the environment and the results of calculating the level of risk to public health from noise and air pollution in the area of traffic jams, as well as health risks from possible heat strokes and frostbite in a dangerous windmill effect. An important advantage of the new systems of environmental monitoring is their orientation to the requests not only of authorities, but also the requests of ordinary users: residents of environmentally friendly areas, passengers and drivers of vehicles, as well as designers of urban systems

Keywords: technosphere, natural resources, emission of pollutants, health risks, real time environmental monitoring, Internet of things.

For citation: Ivanov A.V. [Environmental monitoring in the realm of internet of things]. *Upravlenie texnosferoj*, 2018, vol. 1, iss.2, pp. 165 – 184 (in Russ.) Available at: <http://f-ing.udsu.ru/technosphere>

REFERENCES

1. *E`koinformatika. Teoriya. Praktika. Metody` i sistemy`* [Ecoinformatics. Theory. Practice. Methods and systems], Sokolova V.E. (ed.), SPb.: Gidrometeoizdat, 1992, 520 p. (in Russ.).
2. Ted Munn. Global Environmental Monitoring Systems (GEMS): Action Plan for Phase I. ICSU-SCOPE. 1973, 130 p.
3. Ivanov A.V., Klevanny`j K.A., Kozlov S.I., Krasil`shhikov A.A., Matveev G.V., Solovich N.E., Pelinovskij E.N., Smirnova E.B., Talipova T.G. [Mathematical modeling in problems of forecasting of emergency situations on Oka within the Nizhny Novgorod region] in *Vodny`e resursy`*, 2000, vol. 27, no. 3. pp. 305 – 312. (in Russ.).
4. Kevin Ashton How to Fly a Horse: The Secret History of Creation, Invention, and

Discovery Hardcover – January 20, 2015

5. Ivanov A. V., Platov A. Yu., Stepanov D. V. [Online traffic jam monitoring for mobile users] in *16th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM*, Book 2, vol. 1, [E`lektronny`j resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.proceedings.com>, svobodny`j. – (data obrashheniya: 21.08.2018).
6. Myagkov M.S., Gubernskij Yu.D., Konova L.I., Liczkevich V.K. [City, architecture, people and climate. Architecture] *Gorod, arxitektura, chelovek i klimat. Arxitektura*, M., 2007, 344 p. (in Russ.).
7. GOST R ISO 15743-2012 [Practical aspects of management of risk. Risk assessment and management for cold workplaces] *Prakticheskie aspekty` menedzhmenta riska. Menedzhment i oценка riska dlya xolodny`x sred.* M.: Standartinform, 2014, 65 p. (in Russ.).
8. *Rukovodstvo po oценke i regulirovaniyu vetrovogo rezhima zhiloy zastroyki CzNIIP gradostroitel`stva SSSR*, M/, Strojizdat, 1986. (in Russ.).
10. Kiselev A.V. Fridman K.B. [Health risk assessment] *Oценка riska zdorov`yu.* Sankt-Peterburg.: Dejta, 1997, 104 p. (in Russ.).
11. Czukernikov I.E. [Modern methods of calculation of traffic noise] in *Zashhita ot povy`shennogo shuma i vibracii: sbornik dokl. IV Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodny`m uchastiem*, 26-28 marta 2013, SPb., 2013, pp. 36 – 51. (in Russ.).
12. MR 2.1.10.0059-12 [Assessment of public health risk from exposure to traffic noise] in *Sostoyanie zdorov`ya naseleniya v svyazi s sostoyaniem okruzhayushhej sredy` i usloviyami prozhivaniya naseleniya [E`lektronny`j resurs]*. – Rezhim dostupa: <http://docs.cntd.ru>, svobodny`j. – (data obrashheniya: 21.08.2018). (in Russ.).
13. Ivanov A., Guseinova S. [Online monitoring of water quality in the lake type reservoir based on in situ measurements, assessment and forecast] in *International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM*, 2016, no. 3-1, pp. 537 – 544. (in Russ.).
14. Ivanov A.V., Troiczka Yu.I., Papko V.V., Sergeev D.A., Bajdakov G.A., Vdovin M.I., Kazakov V.I., Kandaurov A.A., Afanas`eva I.M., Donskova O.V., Shuvalova N.M. [Stratification as a factor of influence on the water quality of the plain reservoir] in *Privolzhskij nauchny`j zhurnal*. 2015, no 2 (34), pp. 149 – 156. (in Russ.).

Received 05.09.2018

About the Authors*Ivanov Aleksandr Vladimirovich*

Candidate of economic sciences, associate professor of WWEC Chair,

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education

«Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering»

603950, Nizhny Novgorod, Il'inskaya str., 65

alexanderivanov52@yandex.ru