

АНАЛИЗ И АПРОБАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДИК МОНИТОРИНГА И СОСТАВЛЕНИЯ КАРТ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

© 2013 А.В. Васильев

Тольяттинский государственный университет

Поступила в редакцию 22.10.2012

Обсуждаются результаты анализа и апробации современных методик мониторинга и составления карт физических загрязнений урбанизированных территорий на примере Самарской области.

Ключевые слова: экологический мониторинг, физические загрязнения, Самарская область.

ВВЕДЕНИЕ

Современный город представляет сложную систему, отличающуюся повышенным воздействием на окружающую среду и человека антропогенный (прежде всего техногенных) факторов. Если такие экологические проблемы, как загрязнение гидросферы, литосферы и атмосферы, разрушение озонового слоя и пр. достаточно очевидны, то воздействию физических (электромагнитных, инфразвуковых, вибрационных, ионизирующих, тепловых и др.) полей долгое время не уделялось должного внимания [1]. Серьезную проблему представляет как отдельное, так и сочетанное воздействие этих полей. Для своевременного принятия мер по их снижению необходимо осуществление качественного контроля и прогнозирования уровня отдельных физических загрязнений и их сочетанного воздействия. Поэтому обеспечение экологического мониторинга физических загрязнений является крайне актуальной задачей.

Использование существующих методов мониторинга физических загрязнений является не всегда достаточным для эффективного анализа и прогнозирования загрязнений. Можно выделить следующие проблемы, возникающие при осуществлении традиционного мониторинга физических загрязнений:

1. Зависимость результатов измерений от условий окружающей среды: метеоусловий (ветер, температура и температурные отклонения, влажность, давление), препятствий в виде барьеров и зданий, поглощения и отражения почвой и атмосферой.

2. Зависимость от расстояния от источника физических загрязнений.

3. Зависимость конечного результата мониторинга от квалификации персонала, проводящего измерения.

4. На результаты измерений оказывают влияние и создают погрешности другие источники физических загрязнений.

5. Значительная трудоемкость заключительной обработки результатов измерений.

6. Высокая погрешность при неавтоматизированной обработке данных измерений.

Очевидно, что проведение долгосрочного автоматизированного мониторинга и составление карт физических загрязнений урбанизированных территорий на основе современных методик позволяет значительно повысить точность результатов измерений и качество обработки измерений физических загрязнений.

В настоящей статье обсуждаются результаты анализа и апробации современных методик мониторинга и составления карт физических загрязнений урбанизированных территорий на примере Самарской области.

2. МЕТОДИКА НЕПРЕРЫВНОГО МОНИТОРИНГА ФИЗИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Традиционные подходы к мониторингу физических загрязнений окружающей среды имеют ряд недостатков. В частности, это касается таких существенных моментов, как непрерывность и долгосрочность измерений. Использование результатов измерений, выполненных в течение лишь одного дня, приводит к появлению постоянной погрешности, связанной с нетипичностью атмосферных условий, состояния земного покрова, маскирующих помех других источников загрязнений и пр. В результате величина погрешности измерений может становиться весьма существенной. Другим недостатком существующих методик является неавтоматизированный сбор и обработка данных измерений. Большую проблему при неавтоматизированном сборе данных представляет обеспечение качества входных данных, так как именно от них во многом зависит точность конечного результата.

Для того, чтобы достичь более глубоких знаний об измеряемых параметрах и обследуемой урбанизированной территории, необходимо собрать большое количество детализированных

Андрей Витальевич Васильев, доктор технических наук, профессор, директор института химии и инженерной экологии. E-mail: avassil62@mail.ru

данных, которые сложно структурировать и анализировать с помощью традиционных методов и систем мониторинга. Благодаря GPRS (или ADSL) –технологиям и сети Интернет, в настоящее время возможны автоматизированный сбор, хранение и публикация результатов измерений в сети Интернет в реальном времени, а также публикация обновляющихся карт физических загрязнений в соответствии с их измеренными уровнями.

Автором предлагается система непрерывного мониторинга физических загрязнений, с помощью которой можно распознавать различные виды событий и устанавливать зависимости параметров измеренных физических загрязнений с другими собранными параметрами, такими, как вид урбанизированной территории, количество и высота зданий и сооружений, виды промышленных предприятий и строительных площадок, находящихся на урбанизированной территории, плотность потока автомагистралей, примыкающих к урбанизированной территории, вид и характер распространения физических загрязнений, параметры окружающей среды (температура, влажность, давление, скорость движения ветра) и др.

Особенность предлагаемой системы - обеспечение автоматизированную круглосуточной регистрации данных измерений уровней физических загрязнений и других соответствующих параметров окружающей среды возможность проведения измерений в полевых условиях в отсутствие оператора. В состав системы входят: одна или несколько станций мониторинга – измерительные приборы, система электропитания, маршрутизатор и др.; центральный модуль (сервер для хранения, обработки и анализа данных); канал передачи данных (GPRS/ADSL и Internet); станции пользователей (персональные компьютеры с установленным специализированным программным обеспечением и др.).

При помощи измерительных приборов измеряется широкий спектр параметров физических загрязнений, включая текущие уровни загрязнений, и выявляются значимые события (например, внезапное возрастание тех или иных параметров физических загрязнений). Посредством сети Интернет все станции системы непрерывного мониторинга соединены с центральной, в которой осуществляются хранение, обработка и анализ полученных данных.

Описанная система имеет множество преимуществ как с точки зрения качества проводимых исследований физических загрязнений, так и для информирования жителей, подверженных воздействию физических загрязнений. Благодаря способности системы к осуществлению детального долгосрочного мониторинга в отсутствие оператора возможно увеличить эффективность мероприятий по исследованию и снижению негатив-

ного воздействия физических загрязнений. Более того, детализированные данные, которые могут быть собраны, позволяют идентифицировать различные виды источников физических загрязнений и особенностей урбанизированной территории для того, чтобы достичь лучшего понимания исследуемой среды. Очевидные преимущества такой системы также заключаются и в доступности данных исследований в реальном времени из любой точки, где есть Интернет, и в визуализации результатов измерений.

МЕТОДИКА СОСТАВЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ КАРТ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Составление карт физических загрязнений в селитебной территории является весьма эффективным для последующего прогнозирования и оценки загрязнений. Карта физических загрязнений характеризует состояние загрязнений в населенном пункте (городе) в период ее составления и на перспективу от всех видов физических загрязнений. Она констатирует уровень физических загрязнений в заданных точках селитебной территории города, определяет наиболее загрязненные участки в жилой зоне, позволяет рассчитать ожидаемые уровни физических загрязнений на территории. Большим достоинством карт физических загрязнений является их наглядность при оценке величин загрязнений в любой из заданных точек селитебной зоны.

Составление карт для каждого из физических загрязнений имеет свою специфику. Любая карта физических загрязнений – это лишь модель реальной картины. Обработка моделей на ЭВМ позволяет получать на выходе искомые характеристики при изменении параметров модели, добавлении новых параметров или исключение старых. Иными словами, возможна «настройка» математической модели с помощью вычислительных машин, позволяющая усовершенствовать ее, приблизив к реальному объекту. Наконец, модели очень полезны как средство интеграции всего того, что известно о моделируемом объекте и, следовательно, для определения аспектов, требующих новых или уточненных данных или же новых теоретических подходов. Когда модель «не работает», т.е. плохо соответствует реальности, необходимые изменения или улучшения могут быть подсказаны ЭВМ. Если модель точно имитирует действительность, то она представляет неограниченные возможности для экспериментирования, так как в нее можно вводить новые факторы и возмущения, с тем чтобы выяснить их влияние на объект.

В то же время анализ существующих карт физических загрязнений показывает, что они отражают лишь текущее положение, существующую в данный момент (а то и в прошедшие периоды)

картину загрязнений. Они в основном лишь констатируют уровень физических загрязнений в заданных точках селитебной территории и показывают наиболее загрязненные участки, но не позволяют осуществлять эффективное прогнозирование.

Предлагается создание карт нового типа, разрабатываемых следующим образом: в определенных точках, расположенных в некоторой опасной с точки зрения уровня физических загрязнений зоне (зонах), накапливаются результаты всех предыдущих измерений уровней загрязнений и выдается заключение о динамике изменения уровней. При этом метод представления результатов может быть различным – видеоуровни, табличное представление, графики и др. (возможно и спектральное представление результатов измерений). Для карт данного типа предложено название: динамические карты загрязнений [2].

АПРОБАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДИК МОНИТОРИНГА ФИЗИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ В УСЛОВИЯХ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

С использованием разработанной системы непрерывного мониторинга, позволяющей выполнять ежесекундный срез данных измерений различных видов физических загрязнений, авторами проведен ряд исследований физических загрязнений в условиях Самарской области. Измерения проводились на основе как российских, так и европейских методик.

В качестве примера рассмотрим проведенные исследования уровней автотранспортного шума на территории городского округа Тольятти. Для измерений использовались шумомер, снабженный внешним микрофоном, и специально спроектированный маршрутизатор, который обеспечивает настройку шумомера и позволяет осуществлять в реальном времени сбор данных от шумомера «Solo» и отправку их в центральный сервер по выбранному каналу передачи. Все результаты измерений, накапливаемые и временно хранящиеся в памяти станции мониторинга, периодически сбрасывались в центральный сервер для обработки и длительного хранения.

Работа станции мониторинга постоянно синхронизировалась при помощи NTP-сервера, благодаря чему стало возможным сравнение данных, полученных с разных станций, установленных в одном районе. Опционально собирались и передавались в центральный сервер и другие параметры, например, положение GPS, метеоусловия или плотность потока. Все данные, переданные станциями мониторинга, постоянно собирались центральным сервером на базе Linux и сохраняются в системе управления базой данных. Данные измерений в виде графиков и таблиц доступны на странице веб-сайта.

На рисунке 1 показана страница веб-сайта системы мониторинга, установленной в городском округе Тольятти, совместно с видеокамерой, что позволяет осуществлять также передачу аудио- и видеоданных. Слева сверху на веб-странице показано местоположение станции, видеоизображение – в центре сверху, а справа сверху публикуется автоматически обновляемая карта шума. Внизу на странице показана сонограмма уровней шума за последние 5 минут. Эти данные отображают шум от главного источника, ближайшего к станции мониторинга (в нашем случае – автомагистраль по улице Банькина на расстоянии 25 метров).



Рис. 1. Страница веб-сайта системы мониторинга, установленной в г.о. Тольятти

Установив связь системы с соответствующим программным обеспечением для прогнозирования уровней шума, можно частично изменять рассчитанные ранее карты шума, а также публиковать через заданный временной интервал обновленные шумовые карты территории мониторинга, в соответствии с измеренными уровнями шума. Для этого необходимо выбрать расположение станций мониторинга таким образом, чтобы получать данные, являющиеся характерными для каждого источника шума, присутствующего на исследуемой территории.

Все загруженные с центрального сервера данные обрабатывались при помощи специально разработанного программного обеспечения для составления графиков и диаграммы спектра шума, временных диаграмм звука для каждой полосы частот, сонограмм, а также вычисления почасовых эквивалентных уровней шума. Данные измерений и вычисленные параметры можно вывести на печать или представить в виде текстовых или графических форм.

С помощью программного обеспечения Cadpa (DataKustik, Германия), а также разработанного автором собственного программного обеспечения была построена трехмерная модель выбранного квартала городского округа Тольятти (рис. 2).

В течение одного месяца выполнялись круглосуточные измерения автотранспортного шума при помощи фиксированной станции мониторинга, установленной на доме по ул. Банькина со стороны автомагистрали. Результаты исследований

позволили сделать ряд выводов. Так, было установлено, что наименьший зафиксированный уровень шума наблюдался в ночное время суток в период с 3 до 4 часов. Он составил 49,5 дБА, что на 9,5 дБА превышает норматив, установленный СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Наибольший зафиксированный уровень шума наблюдался в дневное время суток в период с 9 до 10 часов. Он составил 65 дБ(А), что на 15 дБА превышает норматив, установленный СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Также были определены диапазоны колебаний уровней шума для различных периодов измерений и другие параметры. На основе полученных данных измерений также были произведены вычисления уровней шума во всех точках обследуемого жилого квартала в соответствии с построенной ранее трехмерной моделью, построены карты шума для различных периодов суток.

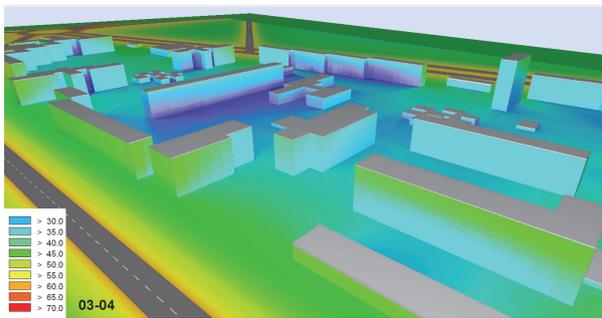


Рис. 2. Трехмерная модель квартала № 73 г.о. Тольятти

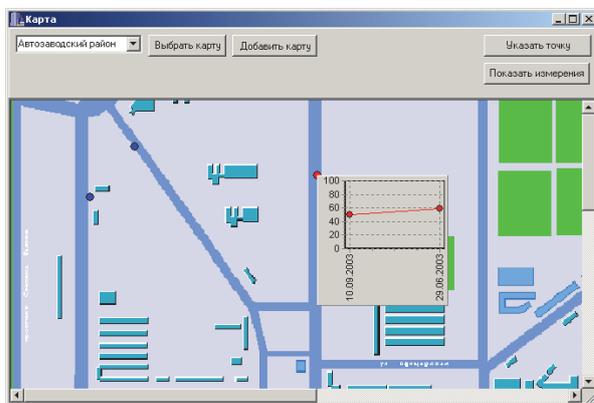


Рис. 3. Окно фрагмента динамической карты уровней шума Автозаводского района г. Тольятти

Были также проведены измерения других физических загрязнений на территории Самарской области: электромагнитных полей диапазона промышленной частоты и радиочастотного диапазона, ионизирующих излучений (амбиентного эквивалента гамма-излучения и других параметров), объёмной активности радона в воздухе, параметров вибрации, уровней инфразвука и др. как на территориях жилой застройки, так и на производственных площадках.

Автором разработано программное обеспечение «Physic-City-Test», состоящее из отдельных

модулей. Модуль «Sound City Test» использовалось для составления динамической карты шума для селитебной территории Самарской области. В качестве примера на рис. 3 показано окно фрагмента динамической карты уровней шума Автозаводского района г. Тольятти.

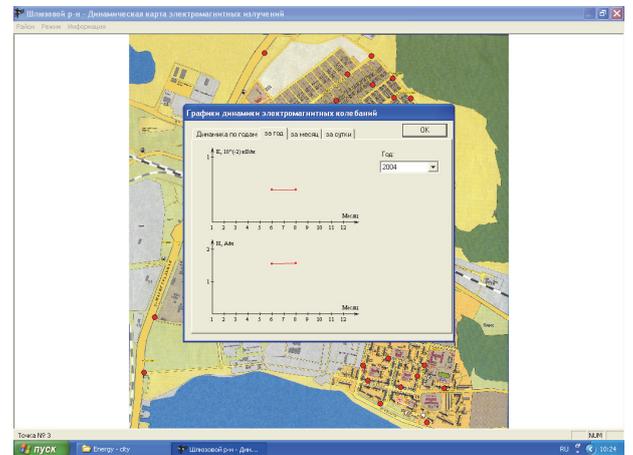


Рис. 4. Графики изменения уровней магнитной (H) и электрической (E) составляющих ЭМП

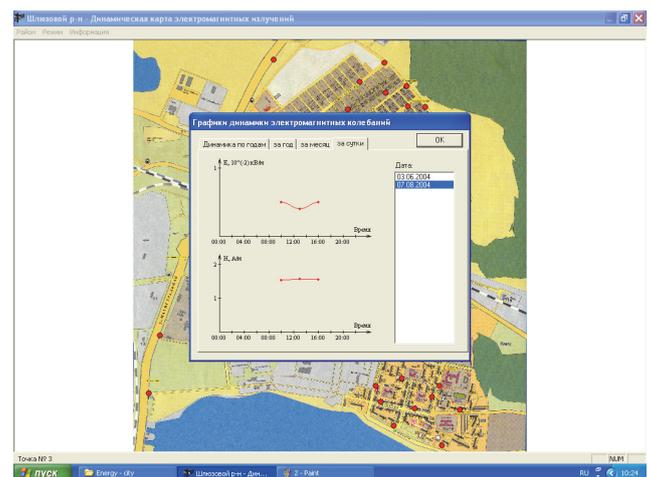


Рис. 5. Кривая уровней ЭМП

Модуль «Electro-City-Test» использовался для расчета и построения карт электромагнитных полей внешних источников, в том числе для визуализации и наглядного графического представления данных измерений электрической и магнитной составляющих электромагнитных полей (ЭМП) селитебной территории. На рис. 4 показаны графики изменения уровней магнитной (H) и электрической (E) составляющих ЭМП по годам, месяцам одного года, дням одного месяца и суточные колебания. Для каждого из 4 временных периодов представлена закладка, открывающая графики данного периода.

В главном меню производится выбор района города для показа вышеописанных графиков.

В закладке изменений уровней ЭМП по годам представлены колебания ЭМП в период с 2000 года по 2012 год.

В первых трех случаях (изменение по годам, месяцам года и дням месяца) выбирается максимальное значение в данной точке из всех измеренных за необходимый период.

При открытии второй закладки появляется список, позволяющий выбрать год, в котором проводились измерения уровней ЭМП в данной точке хотя бы один раз. При выборе третьей закладки в списке выбираются год и месяц в которые производились измерения.

Все графики при наличии единственного измерения составляющих ЭМП вырождаются в точку. При двух измерениях на графике показана прямая линия. Три и более измерений ЭМП позволяют программе строить кривую уровней ЭМП (рис. 5).

В качестве примера составления карт физических загрязнений территории Самарской области с использованием программного обеспечения «Physic-City-Test» на рис. 6. показана карта уровней объемной активности радона-222 (^{222}Rn) в воздухе при обследовании территории производственной площадки технологической линии компактирования сульфата аммония ОАО "КуйбышевАзот" и прилегающей территории. Зеленым цветом обозначены значения объемной активности радона-222 в диапазоне до 20 Бк/м³, число зарегистрированных α – распадов ^{218}Po (RaA) N=0; желтым – значения объемной активности радона-222 в диапазоне до 20 Бк/м³, число зарегистрированных α – распадов ^{218}Po (RaA) N=1.

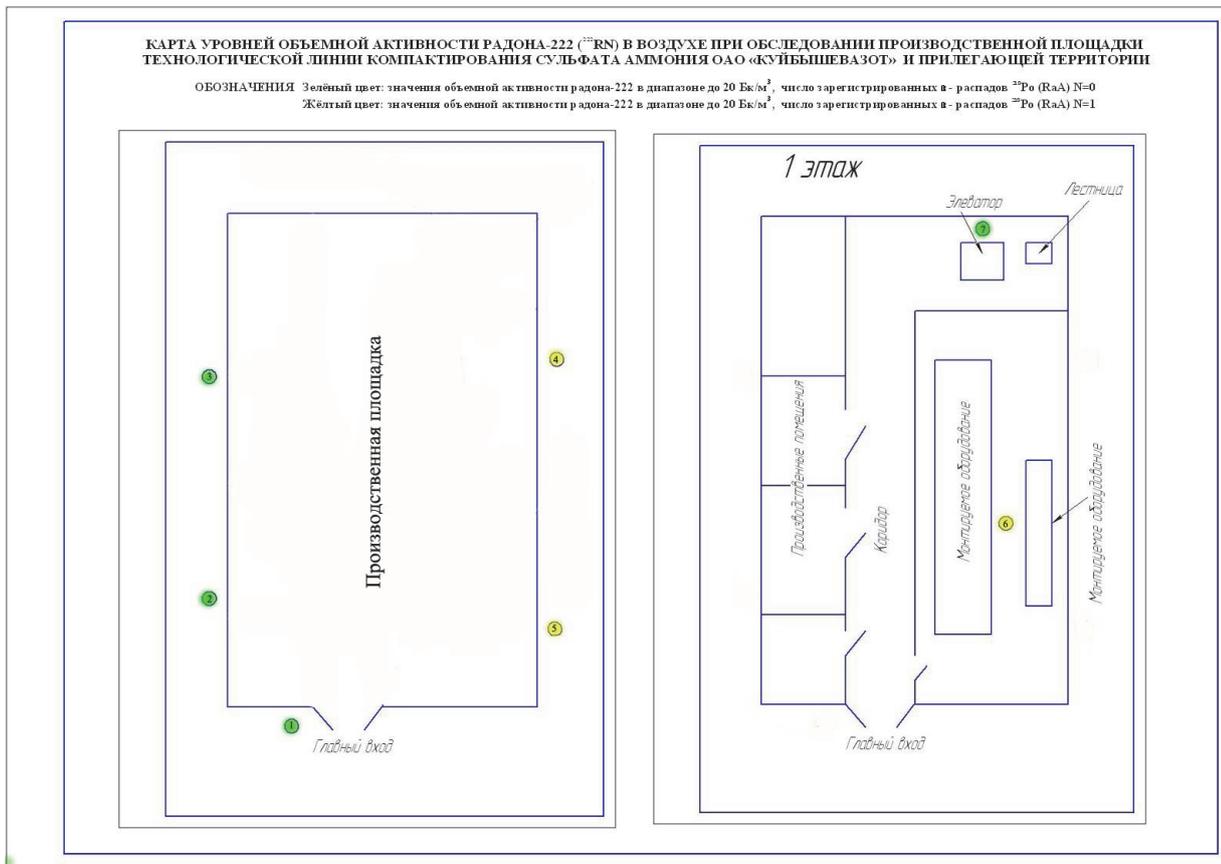


Рис. 6. Карта уровней объемной активности радона-222 (^{222}Rn) в воздухе при обследовании территории производственной площадки технологической линии компактирования сульфата аммония ОАО "КуйбышевАзот" и прилегающей территории.

Следует отметить, что результаты проведенных исследований с использованием системы непрерывного мониторинга не только позволяют получить достоверную долгосрочную информацию о характере физического загрязнения, но и разработать эффективные мероприятия по его снижению.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Опыт апробации предложенной автором системы непрерывного мониторинга позволяет сделать следующие выводы:

Реализация разработанной системы непрерывного мониторинга параметров физических загрязнений позволяет достичь существенного улучшения качества мониторинга и обеспечить непрерывность процесса мониторинга;

Полученные результаты могут быть внедрены в природоохранных службах административных учреждений; в научно-исследовательских организациях; в органах экологического надзора, в муниципальных службах и др.;

На основании использования разработанной системы непрерывного мониторинга и результа-

тов прогнозирования физических загрязнений возможна разработка эффективных мероприятий по снижению физических загрязнений.

Использование метода построения динамических карт физических загрязнений урбанизированной территории позволяет повысить точность и наглядность представления результатов измерений и осуществлять более точное прогнозирование изменения параметров физических загрязнений.

На основе предложенной системы непрерывного автоматизированного мониторинга физических воздействий возможна разработка автоматизированного рабочего места, которое позволит руководителям и специалистам природоохранных служб, отделов по охране окружающей среды промышленных предприятий, муниципальным службам и др. эффективно и качественно оценивать уровень физических загрязнений.

Результаты работы могут быть применены не только в условиях Самарской области, но для любой другой урбанизированной территории для

анализа и прогнозирования уровней физических загрязнений.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства образования и науки РФ вузам, тема № 091240

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Васильев А.В.* Мониторинг физических полей урбанизированных территорий: современные подходы, проблемы, перспективы // Изв. Самар. НЦ РАН. 2005. Т. 1. С. 111-118.
2. *Васильев А.В.* Составление динамических карт физических загрязнений территории Самарской области // Изв. Самар. НЦ РАН. 2009. Т.11, №1. С. 248-252.
3. *Шевченко Д.П., Васильев А.В.* Программное обеспечение для автоматизированной системы экологического мониторинга физических загрязнений урбанизированных территорий // Изв. Самар. НЦ РАН. 2005. Т. 2, С. 292-295.
4. *Васильев А.В., Алексеева Н.А., Чернилья А.* Система мониторинга шума автомобильного транспорта и опыт её апробации в г. Тольятти // Безопасность в техно-сфере. 2009. № 5. С. 12-15.

ANALYSIS AND APPROBATION OF MODERN METHODS OF MONITORING AND DEVELOPMENT OF PHYSICAL POLLUTIONS MAPPING ON THE EXAMPLE OF SAMARA REGION

© 2013 A.V. Vasilyev

Togliatti State University

Results of analysis and approbation of modern methods of monitoring and development of physical pollutions mapping on the example of Samara region are discussed.

Key words: environmental monitoring, physical contamination, Samara region.