

ОБЗОР МЕТОДОВ И СРЕДСТВ МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

REVIEW OF METHODS AND MEANS OF AIR POLLUTION MONITORING

V. Rybak
O. Riabychina

Summary. The article describes the state monitoring of the environment. The problems of controlling pollutants in the air, as well as environmental monitoring information systems. The review of air pollution sensors and gas analyzers is carried out.

Keywords: environmental monitoring; a surveillance system; pollutants; gas analyzers; information systems for environmental monitoring.

Рыбак Виктор Александрович

К.т.н., доцент, УО «Белорусская государственная академия связи»
6774338@tut.by

Рябычина Ольга Петровна

Старший преподаватель, УО «Белорусская государственная академия связи»

Аннотация. В статье раскрываются вопросы государственного мониторинга окружающей среды. Рассматриваются вопросы контроля загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, а также информационные системы экологического мониторинга. Выполнен обзор датчиков загрязнения атмосферного воздуха и газоанализаторов.

Ключевые слова: мониторинг окружающей среды; система наблюдения; загрязняющие вещества; газоанализаторы; информационные системы мониторинга окружающей среды.

Введение

На сегодняшний день загрязнение воздуха является одной из главных причин смертности в мире. Болезни, связанные с загрязнением воздуха, каждый год уносят больше жизней, чем ВИЧ и ДТП. Невидимые частицы размером менее 10 микрон (PM10) представляют прямую угрозу нашему здоровью. Эти микроскопические молекулы попадают в кровоток и вызывают сердечно-сосудистые заболевания, рак легких, астму, инсульты и острые респираторные инфекции, поражающие нижние дыхательные пути. Согласно руководящим принципам Всемирной организации здравоохранения по качеству воздуха, среднегодовая концентрация PM10 не должна превышать уровня в 20 мкг/м³. Но, к сожалению, более 80% человек, проживающих в городах, подвергаются воздействию взвешенных частиц, концентрация которых превышает рекомендованный уровень. Один из методов борьбы с загрязнением воздуха является измерение концентрации загрязняющих частиц, а именно разработка системы мониторинга окружающей среды, которая позволит отображать информацию о загрязнении воздуха в системе реального времени.

Аналитическая часть

Мониторинг окружающей среды осуществляется в целях наблюдения за состоянием окружающей среды, обеспечения государственных органов, юридических лиц и граждан полной, достоверной и своевременной информацией, необходимой для управления и контроля в области охраны окружающей среды, рационального использования природных ресурсов [1].

Мониторинг — это система выполняемых по заданной программе регулярных комплексных долгосрочных наблюдений за состоянием окружающей среды, ее загрязнением, происходящими природными явлениями, а также оценка и прогноз последующих изменений. Один из главных принципов мониторинга — непрерывность слежения. Экомониторинг является начальным этапом системы обеспечения экологической безопасности.

Различают три уровня территориального охвата современного мониторинга:

- ◆ локальный (биоэкологический, санитарно-гигиенический);
- ◆ региональный (геосистемный, природохозяйственный);
- ◆ глобальный (биосферный, фоновый), включающий в себя наблюдения за состоянием окружающей среды из космоса — космический мониторинг [2].

В основных структурных элементах окружающей среды ведутся постоянные наблюдения за присутствием следующих наиболее опасных для природных экосистем и человека загрязняющих веществ:

- ◆ в атмосферном воздухе — оксидов углерода, азота, серы, взвешенных веществ (аэрозолей), углеводородов, радионуклидов и т.д.
- ◆ в поверхностных водах — нефтепродуктов, фенолов, соединений фосфора и азота, тяжелых металлов, пестицидов, минеральных солей, а также контролируется комплексный показатель pH;
- ◆ в биоте — тяжелых металлов, радионуклидов, пестицидов.

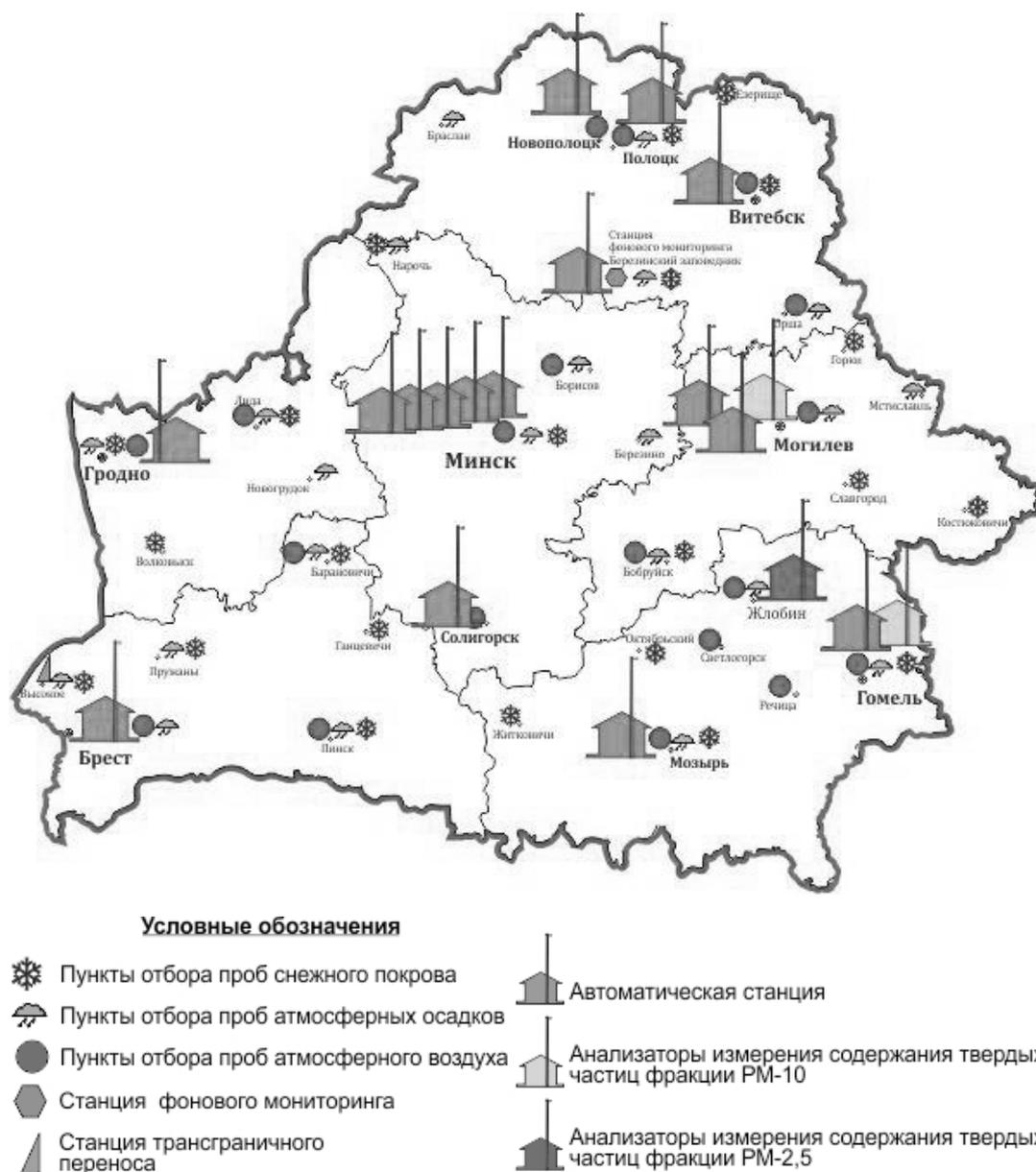


Рис. 1. Схема мониторинга состояния атмосферного воздуха Республики Беларусь

Проводится мониторинг воздействия вредных физических факторов, таких как радиация, шум, электромагнитные поля и излучения. Контролируются, прежде всего, зоны влияния соответствующих крупных источников, а именно: крупных промышленных и транспортных центров, аэропортов, электростанций и линий передач, телерадиоцентров и ретрансляторов [2].

Мониторинг окружающей среды в Республике Беларусь проводится в рамках Национальной системы мониторинга окружающей среды (далее — НСМОС) в соответствии с законами Республики Беларусь и другими нормативными правовыми актами:

- ♦ Закон Республики Беларусь «Об охране окружающей среды»;
- ♦ Закон «О гидрометеорологической деятельности»;
- ♦ Положение о Национальной системе мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь, утвержденное постановлением Совета Министров Республики Беларусь 14.07.2003 № 949.

Порядок проведения отдельных видов мониторинга определяется следующими нормативными правовыми актами:

- ♦ Положение о порядке проведения в составе Национальной системы мониторинга окружающей

среды в Республике Беларусь радиационного мониторинга и использования его данных, утвержденное постановлением Совета Министров Республики Беларусь 17 мая 2004 г. № 576;

- ◆ Положениями о порядке проведения в составе Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь мониторинга атмосферного воздуха, поверхностных вод, подземных вод и использования их данных, утвержденными постановлением Совета Министров Республики Беларусь 28 апреля 2004 г. № 482 [3].

В Республике Беларусь мониторинг окружающей среды проводится в соответствии со статьями 68 и 69 Закона Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» [1]. Основная цель мониторинга заключается в проведении наблюдений за состоянием окружающей среды, в том числе в районах расположения источников вредного воздействия и влияния этих источников на окружающую среду, и обеспечении государственных органов, юридических лиц и граждан полной, достоверной и своевременной экологической информацией. Для обеспечения взаимодействия систем наблюдения за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений под воздействием природных и антропогенных факторов и получения достоверной информации в стране разработана Государственная программа НСМОС в Республике Беларусь. Созданная в 1993 году система мониторинга окружающей среды является в настоящее время действенным инструментом предоставления органам управления экологической информации для определения ими стратегии природопользования и принятия оперативных управленческих решений. Координирует работы по ведению НСМОС в Республике Беларусь Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. Сбор мониторинговой информации осуществляется на пунктах наблюдений, включенных в Государственный реестр НСМОС.

Мониторинг атмосферного воздуха в Республике Беларусь проводится в рамках НСМОС. Проводятся наблюдения за содержанием загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, атмосферных осадках и снежном покрове. Организацию и проведение этого вида мониторинга осуществляет государственное учреждение «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» (далее — Белгидромет).

В настоящее время мониторинг состояния атмосферного воздуха проводится в 19 промышленных городах республики, включая областные центры, а также гг. Полоцк, Новополоцк, Орша, Бобруйск, Мозырь, Речица, Светлогорск, Пинск, Новогрудок, Жлобин, Лида, Соли-

горск, Борисов и Барановичи (схема пунктов представлена на рисунке 1).

В городах установлено 66 стационарных станций. В Минске — 12 станций, в Могилеве, Гомеле и Витебске — по 5, в Бресте и Гродно — по 4; в остальных промышленных центрах — 1–3 станции. Регулярными наблюдениями охвачены территории, на которых проживает почти 87% населения крупных и средних городов республики. Во всех городах определяются концентрации основных загрязняющих веществ (твердые частицы (недифференцированная по составу пыль/аэрозоль), диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота). Измеряются также концентрации приоритетных специфических загрязняющих веществ: формальдегида, аммиака, фенола, сероводорода, сероуглерода. При выборе приоритетного перечня специфических веществ учитывались, прежде всего, выбросы каждого вещества (данные Национального статистического комитета Республики Беларусь), размеры города, предельно допустимые концентрации, коэффициенты рассеивания. Во всех контролируемых городах определяется содержание в воздухе свинца и кадмия, в 16 городах — бенз/а/пирена, в 9 городах — летучих органических соединений. На всех автоматических станциях измеряются концентрации твердых частиц, фракции размером до 10 микрон и приземного озона. Измерения концентраций твердых частиц, фракции размером до 2,5 микрон проводятся также в г. Жлобин. В 22 пунктах республики регулярно определяется кислотность атмосферных осадков, компоненты основного солевого состава и содержание в них тяжелых металлов. В районах с отсутствием или ограниченным числом станций, но характеризующихся значительными объемами выбросов вредных веществ в атмосферу от стационарных источников, в годы с устойчивым снежным покровом проводится режимная снегомерная съемка (22 пункта). Оценка дальнего атмосферного переноса загрязняющих веществ (ЕМЕП) проводится на специализированной трансграничной станции Высокое (западная граница республики). На станции фонового мониторинга (СФМ) Березинский заповедник анализируется состояние воздуха и атмосферных осадков по программе Глобальной Службы Атмосферы [3].

В городе Минске мониторинг атмосферного воздуха проводят на 12 стационарных станциях, в том числе на 5-и автоматических, установленных в районах пр. Независимости, 110, улиц Тимирязева, Корженевского, Радиальная и Героев 120 Дивизии. По результатам стационарных наблюдений в 2017 году, качество воздуха улучшилось. Превышения среднесуточных предельно допустимых концентраций (ПДК) по основным загрязняющим веществам не отмечено. ПДК вредных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе определены Постановлением министерства здравоохранения Республики

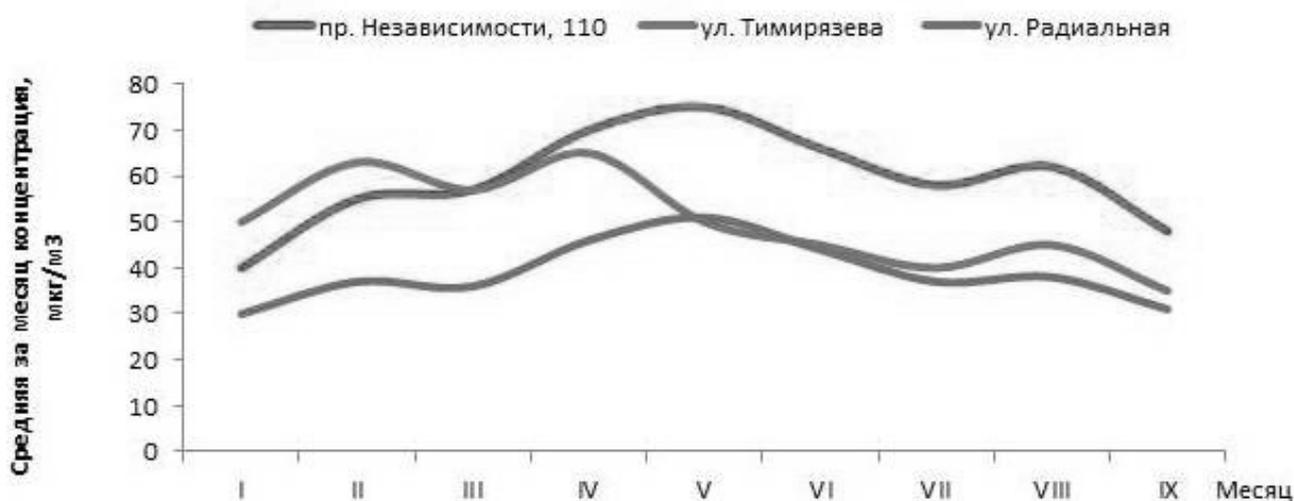


Рис. 2. Средние за месяц концентрации приземного озона в 3 квартале 2017 г.

Беларусь 30.03.2015 № 33. Максимальные из разовых концентраций фенола, аммиака и углерода оксида составляли 0,6 ПДК. Увеличение концентраций азота оксидов и твердых частиц (недифференцированная по составу пыль/аэрозоль) до 0,9 ПДК зафиксировано только в единичных измерениях. Содержание в воздухе серы диоксида, бензола, свинца и кадмия сохранялось стабильно низким. Уровень загрязнения воздуха формальдегидом ниже, чем в других областных центрах республики. В 96% проб концентрации находились в пределах 0,1–0,5 ПДК. Максимальная из разовых концентраций формальдегида 1,4 ПДК зарегистрирована в районе ул. Щорса. Содержание в воздухе твердых частиц, фракции размером до 10 микрон (далее — ТЧ-10) существенно не изменилось. Среднесуточные концентрации в большинстве дней варьировались в диапазоне 0,1–0,6 ПДК. Незначительное (в 1,2 раза) превышение норматива качества отмечено только в районе ул. Корженевского. Содержание в воздухе твердых частиц, фракции размером до 2,5 микрон (далее — ТЧ-2,5) понизилось. В течение квартала зафиксировано 4 дня со среднесуточными концентрациями выше ПДК (в предыдущем квартале — 14 дней). Максимальная среднесуточная концентрация в районе ул. Героев 120 Дивизии составляла 1,3 ПДК. Расчетная максимальная концентрация ТЧ-10 с вероятностью ее превышения 0,1% составляла 1,7 ПДК, ТЧ-2,5–2,2 ПДК. В третьем квартале зарегистрировано снижение концентраций приземного озона (рисунок 2). Незначительные превышения среднесуточной ПДК зафиксированы во второй декаде августа в районах пр. Независимости и ул. Корженевского. Следует отметить, что сохранению низкого уровня загрязнения воздуха приземным озоном во многом способствовало преобладание благоприятных для рассеивания метеорологиче-

ских условий (частые и обильные осадки, повышенная повторяемость ветра скоростью более 4 м/с и большое количество пасмурных дней).

По данным Минского городского Центра гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья, максимальные концентрации формальдегида в районах пр. Рокоссовского, Рабочего переулка, улиц Лучины-Игуменский тракт, Красноармейская-Ульяновская находились в пределах 1,3–1,4 ПДК; улиц Кабушкина, Варвашени, Брилевская-Чкалова, Кижеватова- Корженевского, Острошицкая, Сурганова, В. Хоружей, Уборевича и Ландера — 1,5–1,6 ПДК; улиц Я. Коласа, Жилуновича, Руссиянова, Калиновского, Кнорина и 1-го Твердого переулка — 1,7–1,8 ПДК. Незначительные превышения норматива качества по формальдегиду зафиксированы в районах улиц Орловская и Богдановича. В пробах воздуха, отобранных в парках Челюскинцев и Горького, концентрации загрязняющих веществ были значительно ниже ПДК [2].

На сайте Белгидромет на Яндекс карте показаны результаты измерений с 5-и автоматических станций, установленных в городе Минске. Показания берутся в режиме реального времени с интервалом 20–40 минут. Так же следует отметить, что данные со станции ПНЗ № 11, расположенной по адресу г. Минск, ул. Корженевского, отсутствуют.

Загрязняющие вещества поступают в атмосферный воздух в результате деятельности природных и антропогенных источников, а также в результате регионального и трансграничного переноса. Задача оценки выбросов является сложной по причине многообразия источни-

Таблица 1. Сравнение газоанализаторов

Модель	Газы	Выходные сигналы	Питание
АГМ-505 переносной газоанализатор оптимизации режимов горения	кислород, оксид углерода, диоксид углерода, диоксид азота, оксид азота	USB, ИК-интерфейс (для вывода информации на принтер)	от сети 220 В через адаптер постоян- ного тока 12 В или от NiMH-аккумулятора, время непрерывной работы без подзарядки 8 ч.
АГМ-510 универсальный газоанализатор оптимизации режимов горения	кислород, оксид углерода, диоксид углерода, углеводороды, диоксид серы, сероводород, диоксид азота, оксид азота	2 порта RS-232 (для ПК и УПП-510)	от сети 220 В через адаптер постоян- ного тока 12 В или от NiMH-аккумулятора, время непрерывной работы без подзарядки 8 ч.
АНКАТ-310 переносной многокомпонент- ный газоанализатор оптимиза- ции режимов горения	кислород, оксид углерода, диоксид углерода, диоксид серы, оксид азота	RS-232 (для связи с ПК или подключения термо- принтера), ИК-порт (для связи с термопринтером)	от аккумулятора, время непрерывной работы без подзарядки 8 ч.
ГасГард (GasGard XL) комплект контроля загазованности	кислород, оксид углерода, диоксид углерода, метан, углеводороды, сероводород, диок- сид азота, оксид азота, хлор, хлороводород, аммиак, горючие газы и пары, ацетон, этилен, и другие газы.	RS-485, USB, EthernetModBus TCP/ IP, токовый аналоговый выход 4–20мА, «сухие» контакты реле	от источника питания 220 В, 50 Гц или от внеш- него источника питания 24 В или автономное от аккумуляторной батареи 12 В
ДАХ-М электрохимический датчик загазованности	кислород, оксид углерода, диоксид серы, сероводород, диоксид азота, оксид азота, хлор, меркаптан, хлороводород, аммиак	токовый сигнал 4–20 мА (кроме ДАХ-М-06); RS-485 и протокол связи MODBUS-RTU зависит от исполнения	зависит от исполнения
ИГМ-11 стационарный электрохимиче- ский газоанализатор	кислород, оксид углерода, диоксид серы, сероводород, диоксид азота, оксид азота, хлор, водород, аммиак	токовый выход 4–20 мА, 3 «сухих» контакта реле, RS-485 MODBUS RTU, HART	от сети постоянного тока 12–32 В
КимоКигаз (KIMO Kigaz) — пе- реносной газоанализатор	кислород, оксид углерода, диоксид углерода, метан, диоксид серы, диоксид азота, оксид азота	USB, Bluetooth (допол- нительно), ИК-порт (для принтера — модель Kigaz 150)	Li-ионная батарея 3,6 В, время непрерывной работы без подзарядки 10 ч.
Микросенс переносной многокомпонент- ный газоанализатор	кислород, оксид углерода, диоксид углерода, метан, диоксид серы, сероводород, диоксид азота, оксид азота, хлор, водород, аммиак	USB (Для связи с ПК)	от встроенного Li-ion аккумуляторного блока 4,2 В, время непрерыв- ной работы без подза- рядки не менее 100 ч.
СЕАН-Н индивидуальный однокомпо- нентный газоанализатор	кислород, оксид углерода, диоксид углерода, метан, углеводороды, диоксид серы, сероводо- род, диоксид азота, оксид азота, хлор, аммиак, озон	USB порт для подключе- ния к ПК	от встроенного блока аккумуляторов (литий-и- онных) напряжением 3,7 В, время непрерыв- ной работы без подза- рядки батареи 10–100 ч.
ЭССА система загазованности система мониторинга окружа- ющей среды	кислород, оксид углерода, метан, пропан, ди- оксид серы, сероводород, диоксид азота, оксид азота, хлор, аммиак, озон, бутан	«сухие» контакты реле по каждому из 2х поро- гов, RS-232	от сети 220 В, 50 Гц
ЭГС газоанализатор стацио- нарный	метан (CH ₄), пропан (C ₃ H ₈), пары этанола (C ₂ H ₅ OH), кислород (O ₂), диоксид углерода (CO ₂), водород (H ₂) и массовой концентрации токсичных газов (оксид углерода CO, сероводо- род H ₂ S, диоксид азота NO ₂ , диоксид серы SO ₂ , хлор Cl ₂ , аммиак NH ₃)	RS-485, реле	от сети 220 В, 50 Гц (блок управления), питание датчиков от БУ напряже- нием 7 В

ков и их сложности, а также процессов, протекающих в атмосфере. На национальном уровне осуществляется учет выбросов от крупных стационарных источников, выполняемый на основании формы статистической отчетности № 1-ос (воздух). Выбросы от мобильных (передвижных) источников оцениваются расчетным путем, информация о выбросах площадных и природных источниках практически отсутствует. Степень полноты информации о выбросах различается также в зависимости от загрязняющего вещества. Наиболее полным являются данные о выбросах оксидов серы и азота, оксида углерода и твердых веществ; значительно менее полными представляются данные о выбросах тяжелых металлов, аммиака, стойких органических загрязнителей [4].

Очевидна необходимость контроля загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, ведь без воздуха человек не может жить. Для того что бы контролировать содержание газов в окружающей среде используются газоанализаторы. Газоанализатор — это специальный прибор для измерения количественного и качественного состава смеси газов. Он может содержать от одного и более датчиков. Рассмотрены различные модели газоанализаторов (таблица 1). Главными критериями отбора являлись наличие датчиков токсичных газов и возможность подключения к компьютеру.

Микросенс и СЕАН-Н имеют все необходимые датчики токсичных газов, USB порт для подключения к ПК и у них диффузионный отбор, что позволяет использовать их максимально просто и эффективно. Работу с датчиками Кимо затрудняет необходимость принудительного отбора проб. Минусом является то, что они все дорогостоящие.

Опираясь на информацию с датчиков, полученных от газоанализатора, можно производить измерения параметров качества воздуха и отображать информацию в информационной системе экологического мониторинга в режиме реального времени. В связи с этим проведен обзор существующих информационных систем, позволяющих осуществлять экологический мониторинг:

- ◆ Унифицированная программа расчета загрязнения атмосферы «Эколог» — разработанная фирмой «Интеграл» (Российская Федерация), программа для расчёта величин концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе. Система позволяет: устанавливать диагноз состояния качества атмосферного воздуха; определять фоновые концентрации веществ, содержащихся в выбросах; оценивать ожидаемые изменения качества атмосферного воздуха города и др. Данная программа может быть использована для сравнения выбросов в атмосферу от различных предприятий, это банк данных, но она не работа-

ет в режиме реального времени и не предназначена для работы в глобальной сети Интернет.

- ◆ В Республике Беларусь разработан Комплекс программ «Экология» включающий программу «Атмосфера». Она работает с разрешениями на выброс, журналом пыли-газоочистных установок, позволяет рассчитывать выбросы вредных веществ от предприятий.
- ◆ Система Экологического Мониторинга Окружающей Среды (СЭМОС), разработанная в Российской Федерации — ведет круглосуточный непрерывный автоматический контроль загрязнения атмосферного воздуха в границах городского округа; позволяет обмениваться данными с автоматизированными источниками, в том числе со стационарными и передвижными экологическими постами. Система разработана на основе Веб-технологий, но не имеет мобильной версии.
- ◆ Передвижной экологической пост ПЭП-Лига (Российская Федерация) — принимает данные от газоаналитического оборудования, обрабатывает, анализирует и интерпретирует результаты измерений на содержание контролируемых загрязняющих веществ в воздушной среде. Данная система не предназначена для работы в глобальной сети Интернет.
- ◆ Яндекс.Пробки показывают пользователям картину загруженности дорог. Для этого сервис собирает из разных источников данные о загруженности улиц, анализирует их и отображает на Яндекс.Картах. Представляет собой расширение функциональности Яндекс.Карт, не показывает уровень загрязнения атмосферного воздуха.
- ◆ Экологическая организация AirQualityIndexChina выпустила интерактивную карту «Загрязнение воздуха в мире в режиме реального времени» («AirPollutionintheWorld: RealtimeAirQualitymap») [4]. Карта имеет доступ к более 5000 источникам данных со всего мира (рисунок 3).

Загрязнение атмосферного воздуха ежегодно вызывает более 3 миллионов преждевременных смертей в мире. Некоторые города, такие как Дели (Индия), уже достигли опасных уровней загрязнения. Смог каждый день охватывает город. Карта, разработанная экологами из Китая, постоянно получает данные из более 5000 каналов и 8000 станций мониторинга качества воздуха разных стран. Степень загрязнения делится на 6 уровней. От «Хороший» («Good») — зеленого цвета до «Опасный» («Hazardous») — темно-красного цвета. Карта обновляется каждые 15 минут. На карте видно, что в Китае большинство городов попадают в зону «Вредный» («Unhealthy»), а некоторые даже в зону «Опасный» («Hazardous»). Тем временем в США качество воздуха в основном имеет уровень «Хороший». В Европе и Японии зон «Хороший»

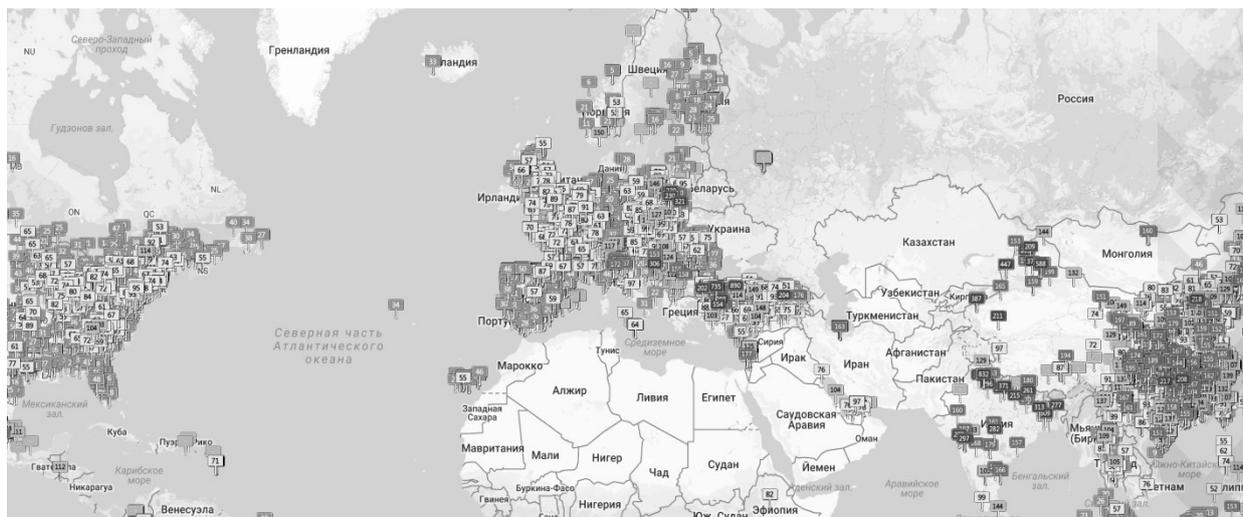


Рис. 3. Данные с сайта Загрязнений воздуха в мире (<http://waqi.info/>)

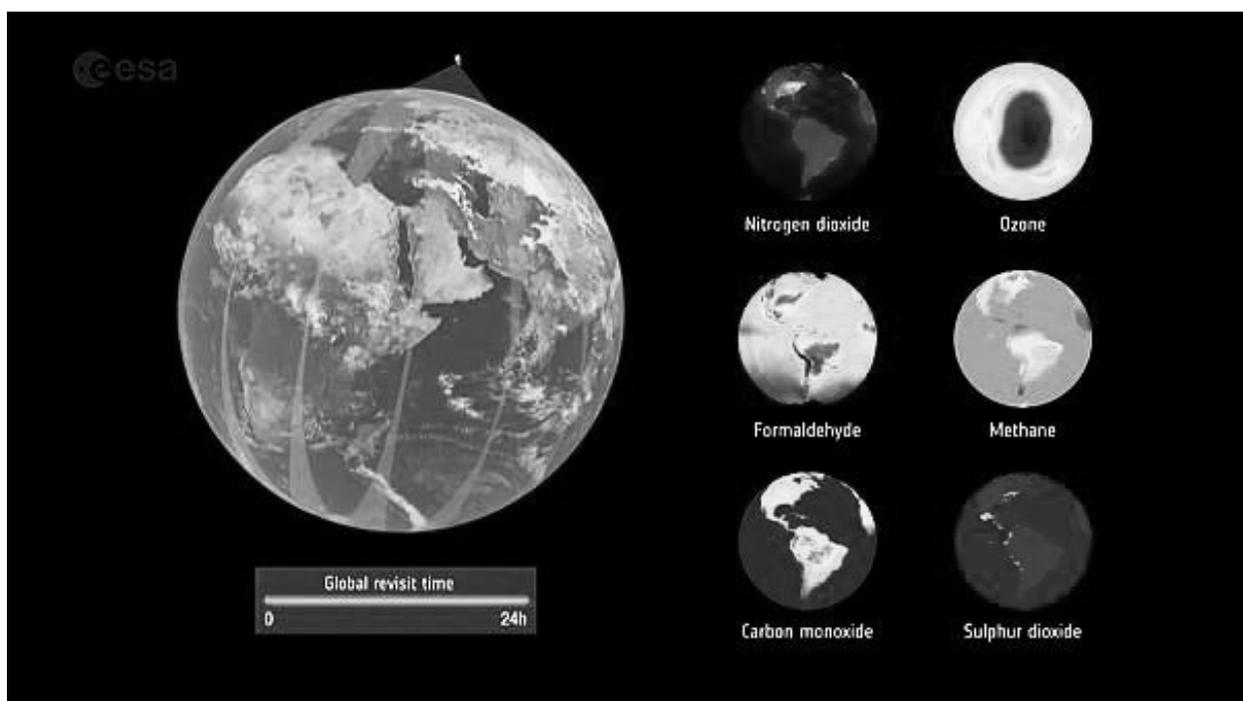


Рис. 4. Фотографии спутника Sentinel

и «Умеренный» («Moderate») примерно одинаково. Как видно, карта является неполной. Не хватает данных из Республики Беларусь, России, Африки, Южной Америки, Средней Азии и Ближнего Востока.

Состояние воздуха на нашей планете оставляет желать лучшего. Это демонстрируют первые снимки европейского спутника Sentinel (рисунок 4), запущенного в октябре 2017 года[7].

На рисунке 4 показаны уровни и распределение загрязнения воздуха по всему миру. Над частью Нидерландов, в регионе Рурштадт в Германии, долине По в Италии, и ряде областей Испании отмечена высокая концентрация диоксида азота. Его распространение в основном вызвано выбросами транспортных средств и отходами технологических процессов. Еще одно изображение показывает высокий уровень окиси углерода над Южной Америкой, Африкой и Азией.

Заключение

В процессе исследования проведена работа по выбору и оценке средств контроля содержания токсичных газов в окружающей среде.

Проведенный анализ существующих информационных систем, позволяющих осуществлять экологический мониторинг, позволил выделить необходимые методы и средства обработки и отображения информации,

которые предоставят возможность собирать, хранить, обрабатывать и представлять данные об уровне загрязнения атмосферного воздуха в режиме реального времени.

Озабоченность мирового сообщества проблемами сохранения биосферы показывает актуальность поиска и разработки эффективных автоматизированных систем контроля в том числе уровня загрязнения атмосферного воздуха загрязняющими веществами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Об охране окружающей среды: Закон Респ. Беларусь от 26 ноября 1992 г. № 1982-XII: с изм. и доп. от 17 июля 2017 г. № 51-3. — Мн, 2017.
2. Бракович А. И. Компьютерные модели и программные средства для мониторинга выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников: дис. ... к.т.н: 05.13.18/ Мн. А. Бракович. — М., 2009.
3. Государственное учреждение «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» Минприроды Республики Беларусь [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://rad.org.by/>. — Дата доступа: 11.01.2018.
4. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.minpriroda.gov.by/> — Дата доступа: 07.01.2018.
5. Загрязнения воздуха в мире [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://waqi.info/> — Дата доступа: 10.01.2018.
6. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://www.pravo.by.](http://www.pravo.by/) — Дата доступа: 11.01.2018.
7. Сайт Euronews [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://ru.euronews.com/2017/12/01/air-pollution>. — Дата доступа: 17.01.2018.

© Рыбак Виктор Александрович (6774338@tut.by), Рябычина Ольга Петровна.
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

