

ОБРАБОТКА ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

УДК 681.3:628

Б.Д. Белан, В.В. Зуев, А.Н. Шигапов

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПОТОКИ В СИСТЕМЕ ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ВОЗДУШНОГО БАСЕЙНА ПРОМЫШЛЕННЫХ ЦЕНТРОВ

При построении систем оперативного контроля экологического состояния окружающей среды, помимо проблемы получения достоверной и избыточной информации, существует проблема передачи полученных данных. Кроме того, использование различных типов источников информации (как по способу измерений, так и по типу получаемой информации) приводит к необходимости использования различных каналов передачи, форматов передаваемых данных и способов передачи для штатного и аварийного режимов. В статье сделана оценка информационных потоков, циркулирующих в одной из таких систем, разработанной в ИОА СО РАН (система оперативного контроля «Город»), в которой объединены оба существующих принципа построения подобных систем (пространственно-репрезентативный и ориентированный на источники). Это достигается наличием сети распределенных на местности постов и введением в структуру системы лазерных локаторов (лидаров). В дополнение к лидарным измерениям для восстановления картины загрязнений используется широкоформатный фотометр.

Определены форматы передаваемых данных и порядок передачи в штатном и аварийном режимах для различных источников информации. Даны рекомендации по расположению и организации связи с источниками информации.

1. Введение

Развитие промышленности и концентрация производств привели к ухудшению экологической обстановки в промышленных центрах и вокруг них. Антропогенное воздействие человека на окружающую среду достигло таких размеров, что она утратила способность к самоочищению. Для выработки эффективных и своевременных мероприятий по снижению вредного воздействия на природу необходимо обладать объективной как качественной, так и количественной информацией о текущем состоянии окружающей среды и динамике ее изменения.

Для получения подобной информации создаются системы экологического мониторинга, которые призваны решать следующие задачи:

1. Получение сведений о качественном и количественном составе загрязнений, характере их распределения внутри среды.
2. Идентификация источников загрязнений.
3. Изучение механизма и кинетики реакций превращения различных соединений в природных средах под влиянием фотолиза, гидролиза, биоразложения и т.д.
4. Математическое моделирование всех процессов поступления, превращения и миграции загрязняющих веществ с целью прогнозирования состояния и выдачи рекомендаций по организации необходимых природоохранных мероприятий, а также оценки эффективности уже проводимых мероприятий.

Во всем мире в настоящее время известно более 5 млн. химических соединений, из которых свыше 60 тыс. наименований выпускается промышленностью. При этом общий объем производства химических соединений во всем мире возрас-

тает каждые 10 лет в 2,5 раза [1]. Кроме того, для построения подсистемы прогнозирования необходима информация о распределении метеопараметров по местности и высоте. Естественно, что такое количество величин проконтролировать очень сложно, а организовать их постоянный мониторинг просто невозможно. Поэтому при создании систем мониторинга атмосферного воздуха ориентируются на какие-то опорные соединения, характеризующие определенные группы веществ. А распределение метеовеличин по высоте контролируют не по всей площади, а в одной или нескольких точках. В конечном итоге структура системы контроля получается как компромисс между намерением измерять как можно больше и экономическими затратами на проведение этих измерений.

Кроме проблемы получения информации существует проблема передачи, накопления и обработки полученных данных. Современные датчики способны производить измерения с частотой, превышающей десятки герц, тем самым они порождают большой объем информации. С одной стороны, желательно иметь подробную информацию о состоянии и динамике изменения. С другой стороны, при слишком большом количестве информации снижается оперативность ее получения из-за ограниченной пропускной способности каналов передачи, а следовательно, и ценность полученных данных. Возникают проблемы с их хранением и обработкой. Кроме того, в большинстве случаев объем получаемой информации для штатного режима (отсутствие выбросов и резких изменений метеовеличин) избыточен, а при возникновении аварийных ситуаций просто необходим.

На сегодняшний день создано большое количество систем мониторинга воздушного бассейна. Со-

гласно [2] существуют два принципа (концепции) построения таких систем. К первому относятся системы, которые позволяют (по полученным на сети пунктов данным) воспроизвести поле концентраций, максимально приближенное к реальному; такие системы называют пространственно-репрезентативными. Ко второму типу относятся системы, «ориентированные на источники», т.е. позволяющие оценить вклад отдельных источников в общее поле загрязнений атмосферы. В ИОА СО РАН была разработана система оперативного контроля «Город» [3], объединяющая оба принципа.

Целью настоящей работы являются оценка информационных потоков, порядок передачи и характер передаваемых данных в штатном и аварийном режимах.

2. Структура подсистемы сбора информации

Объединение обоих принципов в системе «Город» достигается наличием сети распределенных на местности постов 7 (рисунок) типа «Пост» [4] и введением в структуру системы лазерных локаторов (лидаров) 1 (см. рисунок) типа «Лоза» [5]. Соединение обоих принципов в единой системе позволяет по данным сети наземных пунктов составить объективную картину распределения загрязнений в контролируемой зоне, а по результатам лидарного зондирования выявить основные источники выбросов загрязнений, оценить интенсивность выбросов, отследить пути их распространения, получить карту распределения загрязнений в воздушном бассейне.

В дополнение к лидарным измерениям для восстановления картины загрязнений используется широкоформатный фотометр «All Sky» 4 (см. рисунок) [6].

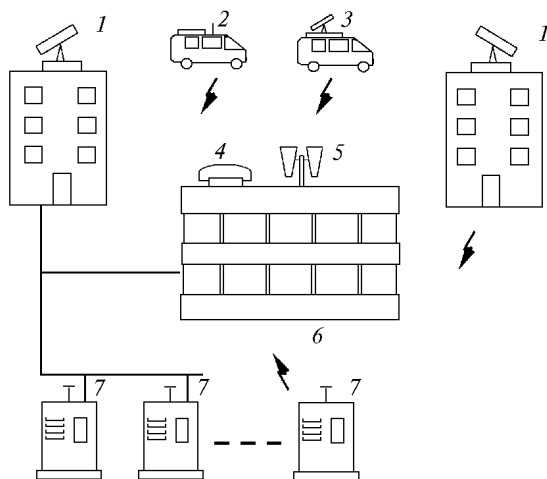


Схема подсистемы сбора информации

Для исследования областей, не оснащенных стационарными постами, и для более детального обследования загрязненных территорий используются передвижные станции двух типов. Первый

тип станций оснащен только аналитической аппаратурой 2, второй тип содержит СКР-лидар 3 (см. рисунок) [7].

Для контроля распределения метеопараметров по высоте рекомендуется акустический локатор (содар) типа «МАЛ» 5 (см. рисунок) [8] или использование оснащенной метеодатчиками телемачты.

В центр сбора информации 6 (см. рисунок) данные поступают по коммутируемым линиям, выделенным линиям или по радиоканалу. Фотометр «All Sky» и содар целесообразно расположить на здании центра сбора информации, в этом случае для передачи данных можно использовать высокоскоростные линии локальной сети.

3. Режим работы

3.1. Штатный режим

Наземный пост. В табл. 1 представлен список измеряемых параметров наземного поста. Число наземных постов зависит от размеров и характера контролируемой площади. Пост производит измерения непрерывно. Так как в штатном режиме динамика изменения состояния воздушного бассейна невысока, то на центральный пункт данные передаются каждый час. Период усреднения – 0,5 ч. При измерении какого-либо параметра производится внеплановая передача данных на заранее определенную величину. Данные на локальный носитель записываются каждую минуту.

Таблица 1

Объем информации, получаемой от наземного поста

Параметр	Объем информации, байт
Скорость ветра	2
Направление ветра	2
Температура воздуха	2
Влажность воздуха	2
CO	4
NO	4
NO ₂	4
NO _x	4
CH	4
O ₃	4
SO ₂	4
Пыль	4
Итого	40

Содар. Прибор измеряет распределение скорости и направление ветра по высоте. Измерения производятся непрерывно. На центральный пункт данные передаются каждый час. Период усреднения – 10 мин. При изменении какого-либо параметра на заранее определенную величину проводится внеплановая передача данных. Данные на локальный носитель записываются каждую минуту.

Таблица 2

Объем информации, получаемой от содара	
Параметр	Значение
Дальность	1000 м
Пространственное разрешение	8 м
Разрядность отсчета	6 байт
Итого	750 байт

Широкоформатный фотометр «All Sky» предназначен для регистрации эволюции и динамики развития событий, явлений и процессов, происходящих в атмосфере, сопровождающихся поглощением, рассеиванием или испусканием оптического излучения в УФ-, видимой и ИК-областях спектра. Поле зрения объектива фотометра составляет 180°, благодаря чему на плоскости формируется изображение всей небесной полусферы. Ввиду того что в данном приборе используется пассивный метод измерения, его использование возможно только в светлое время суток. Фотометр устанавливается на крыше здания, в котором располагается центр сбора информации, и для передачи данных используется локальная сеть. Каждую минуту снимок в видимом диапазоне и снимок цветовой температуры сохраняются на локальном носителе и передаются на центральный пункт для визуального контроля оператором. В штатном режиме центральный пункт сохраняет снимки с интервалом 1 ч.

Таблица 3

Объем информации, получаемой от фотометра	
Параметр	Значение
По горизонтали	576 точек
По вертикали	544 точки
Байт на точку	1
Сжатие	3 раза
Снимок цветовой температуры	104448 байт
Снимок	120000 байт
Итого	224 448 байт

Лидар. В данной системе используются аэрозольные лидары типа «Лоза». Для городов с населением 500–600 тыс. человек необходимо 3–4 лидара с потенциалом по дальности 5 км для восстановления поля загрязнений над всей территорией. В штатном режиме лидар сканирует атмосферу с пространственным разрешением 30 м и угловым разрешением по азимуту 0,5°. За цикл измерения производится 20 отсчетов по углу места. Полученные данные преобразовываются в несколько параллельных горизонтальных квадратных плоскостей с шагом сетки 30 м. Одна плоскость формируется на основании результатов измерений при угле места, равном 0°. Остальные плоскости формируются на основании измерений при различных значениях угла места. Обработанные данные передаются на центральный пункт с интервалом 1 ч.

Передвижные посты без СКР-лидара оснащены таким же набором измерительных приборов, что и наземные посты. Измерения производятся с усреднением 20 мин.

Таблица 4

Объем информации, получаемой от лидара	
Параметр	Значение
Дальность	5000 м
Пространственное разрешение	30 м
Азимут	360 град.
Число отсчетов по углу места	10
Разрешение по азимуту	0,5 град.
Разрядность отсчета	1 байт
За один цикл измерений	1 200 000 байт
Время цикла измерений	1,00 ч
Сторона квадрата	5000 м
Шаг сетки	30 м
Число слоев	4
Байт на точку	1
Сжатие	1 раз
Итого	111 111 байт

Таблица 5

Объем информации, получаемой от передвижной станции с СКР-лидаром

Параметр	Объем, байт
Концентрация взвешенных частиц	4
CO	4
NO	4
NO ₂	4
SO ₂	4
Скорость истечения струи	4
Температура газа	4
Итого	28

Передача данных на центральный пост осуществляется при помощи радиоканала.

Передвижные посты с СКР-лидаром позволяют производить измерения концентрации газов и взвешенных веществ на срезах труб предприятий. Измерения проводятся в течение 15 мин. Передача данных на центральный пост осуществляется при помощи радиоканала.

Общий объем информации, получаемой центром сбора, за день и за год представлен в табл. 6.

3.2. Аварийный режим

Аварийный режим включается, когда скорость изменения какого-либо измеряемого параметра превысит заранее установленную величину (дельта-порог) или само значение превысит некоторый уровень. В этом случае 1) уменьшается дельта-порог у источников информации, обслуживающих аварийный регион; 2) лидары производят сканирование аварийного региона по азимуту и углу места после каждого оборота (через 6 мин), объем информации зависит от площади аварийного региона; 3) центральный пункт может послать запрос источнику информации на внеплановую передачу данных.

Оценим поток данных, получаемых центральным пунктом от внешних источников данных (которые не располагаются в здании центрального пункта) при самых неблагоприятных условиях, т.е. все источники передают с максимально возможным периодом. Минимальный период обновления данных от лидара, полу-

чаемых при угле места 0°, составляет 12 мин, от передвижного поста с СКР-лидаром – 15 мин. От остальных источников информации – 1 мин. Таким образом, средняя скорость поступления данных в аварийном режиме не по локальным линиям передачи данных составляет 700 байт в секунду (табл. 7).

Таблица 6

Общий объем информации, получаемый центральным пунктом в штатном режиме

Система	Объем информации на единицу, байт	Число	Время работы, ч	Период передачи, ч	Общий объем информации за 1 сут, байт
Наземный пост	40	24	24	1	23040
Лидар	111111	4	12	1	5333333
Содар	750	1	24	1	18000
All Sky	224448	1	12	1	2693376
Передвижной пост	40	2	12	0,5	1920
Передвижной пост с СКР-лидаром	28	1	12	0,5	672
Общий объем информации (день), байт					8069669
Общий объем информации (год), байт					2945429307

Таблица 7

Максимальный объем информации, получаемый центральным пунктом в аварийном режиме

Система	Объем информации на единицу, байт	Период, мин	Средний объем, байт/с	Количество, шт.	Объем информации, байт
Наземный пост	40	1	0,66667	20	12000
Лидар	111111	12	154,321	4	555556
Содар	750	1	12,5	1	11250
Передвижной пост	40	1	0,66667	1	600
Передвижной пост с СКР-лидаром	28	15	0,03111	1	28
Средний объем в 1 мин, байт					38628,9
Средний объем в 1 с, байт					673,403

4. Заключение

Как следует из табл. 6, наибольший поток информации поступает от фотометра и лидаров, поэтому фотометр и один лидар рекомендуется располагать на здании центра обработки информации, в этом случае возможно подключение их при помощи высокоскоростных каналов локальной сети. Остальные лидары желательно подключать при помощи проводных выделенных линий, что обеспечит высокую надежность связи и необходимую пропускную способность. При использовании радиоканала снижается помехоустойчивость связи. Использование коммутируемых линий (линии ГТС) не рекомендуется, хотя они и обладают достаточной пропускной способностью, однако могут не обеспечить соединение в нужный момент с достаточным качеством, в результате чего данные либо команды управления поступят с задержкой.

Для передачи данных с наземных постов рекомендуется использование коммутируемых линий или каналов Internet. В последнем случае надежность связи выше благодаря наличию маршрутизаторов, использующих несколько альтернативных путей для передачи данных. В некоторых случаях оправдано использование радиоканала: низкое качество коммутируемых линий или их перегруженность, отсутствие выхода или нецелесообразность использования Internet и т.д.

Для передачи данных с передвижных постов рекомендуется использовать радиоканал (низкий поток данных, необходимость в установлении связи с различных точек города). Возможно использование специально оборудованных точек для передачи данных (например, использовать каналы передачи наземных постов) или доставка данных в центр на физическом носителе (дискета), однако в этом случае снизится оперативность обмена информацией.

1. Дарда Л.В. Конъюнктура рынка и характеристика ассортимента химических реактивов и высококачественных веществ за рубежом // Обзор НИИТЭИХП. М., 1983. 76 с.
2. Ясенский А.Н., Боброва В.К., Зин А.Д., Красов В.И. // Труды ГГО. 1987. Вып. 492. С. 13–23.
3. Балин Ю.С., Белан Б.Д., Надеев А.Н., Панченко М.В. // Оптика атмосферы и океана. 1994. Т. 7. № 2. С. 163–176.
4. Бронштейн Д.Л., Александров Н.Н. Современные средства измерения загрязнения атмосферы. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 328 с.
5. Балин Ю.С., Тихомиров А.А. // Региональный мониторинг атмосферы. Ч. 2. Новые приборы и методики измерений: Коллективная монография / Под общей редакцией М.В. Кабанова. Томск: изд-во «Спектр» Института оптики атмосферы СО РАН, 1997. С. 16–57.
6. Галлилейский В.П., Морозов А.М., Ошлаков В.К. // Там же. С. 146–159.
7. Аршинов Ю.Ф., Бобровников С.М. // Там же. С. 112–130.
8. Красненко Н.П. Акустическое зондирование атмосферы. Новосибирск: Наука, 1986.

B.D. Belan, V.V. Zuev, A.N. Shigapov. **Information Flows in a System of Operating Control over Air Pollution in Industrial Centers.**

The information flows circulating through the system of operating control over air pollution «Gorod», designed at the Institute of Atmospheric optics SB RAS, are examined and estimated. The system combines two constructional principles: spatially representative and oriented to the data sources due to availability of distributed net of observational stations as well as to lidars and wide – aperture photometer in its structure. Data formats and the order of the data communication under normal and emergency conditions are proposed accounting for various data sources.