ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

В.В. Сергеечев
директор
О.А. Васильева
ведущий инженер-проектировщик
(ООО «СервисСофт Инжиниринг»)
Н.А. Рыбка
аспирант
(ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»)
г. Тула, Российская Федерация

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ И УПРАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ВЫБРОСОВ

Рассмотрена актуальная научно-техническая проблема, связанная с разработкой структуры информационно-измерительной и управляющей системы мониторинга атмосферы промышленного региона с применением автоматических систем контроля вредных выбросов в атмосферу. Уточнены рекомендации по определению пространственной структуры таких систем. Представлены результаты расчета количества стационарных постов мониторинга воздушного бассейна для промышленного комплекса г. Новомосковска, входящего в состав промышленного региона Тульская область. Приводится блок-схема алгоритма определения пространственной структуры и местоположения постов информационно-измерительной и управляющей системы мониторинга атмосферы промышленного региона. Предложен пример технического решения проблемы оснащения источников выбросов автоматическими системами контроля от ООО «СервисСофт Инжиниринг».
Ключевые слова: промышленный регион; атмосферный воздух; информационно-измерительная система; мониторинг; стационарный пост.

V.V. Sergeechev
Director
O.A. Vasileva
Senior project engineer
(ServiceSoft Engineering LLC)
N.A. Rybka
Postgraduate Student
(Tula State University)
Tula, Russian Federation

FEATURES OF DETERMINING THE SPATIAL STRUCTURE OF THE INFORMATION-MEASURING AND CONTROL SYSTEM OF ATMOSPHERE MONITORING WITH APPLICATION OF AUTOMATIC EMISSIONS CONTROL SYSTEMS

The article considers the current scientific and technical problem associated with the development of the structure of the information-measuring and control system for monitoring the atmosphere of an industrial region using automatic systems for monitoring harmful emissions into the atmosphere. The recommendations for determining the spatial structure of such systems are refined. The results of calculating the number of stationary air basin monitoring posts for the industrial complex of Novomoskovsk, which is part of the industrial region of the Tula region, are presented. The block diagram of the algorithm for determining the spatial structure and location of the posts of the information-measuring and control atmosphere monitoring system of an industrial region is given. An example of a technical solution to the problem of equipping emission sources with automatic control systems from ServiceSoft Engineering LLC is proposed.
Keywords: Industrial region; atmospheric air; information-measuring system; monitoring; stationary post.

DOI: 10.25791/esip.01.2020.

Важным условием эффективности информационно-измерительной и управляющей системы мониторинга атмосферного воздуха промышленного региона является точное определение ее пространственной структуры. Решение этой актуальной задачи состоит в поиске и уточнении алгоритма размещения постов мониторинга на контролируемой территории и определения их числа, достаточного для обеспечения достоверной информацией о загрязнении воздушной среды.

В результате теоретических положений, разработанных, уточненных в ходе научно-исследовательской деятельности кафедры «ОТ и ОС» ТулГУ и применяемых в настоящее время в деятельности Инновационно-промышленной группы «СервисСофт» в области создания автоматических средств контроля промышленных выбросов, была разработана типовая структура информационно-измерительной и управляющей системы мониторинга атмосферы промышленного региона, представленная на рисунке 1.

Техническим результатом такой системы является повышение эффективности получения объективной информации об экологической обстановке в промышленном регионе и обеспечение прогнозирования загрязнения атмосферного воздуха промышленного региона [1].

На сегодняшний день основным критерием для определения количества стационарных постов мониторинга атмосферы является численность населения, проживающего в пределах исследуемого района, города, региона. При этом на каждые 30 000 населения необходимо устанавливать один стационарный пост. Такой усредненный подход к организации мониторинга атмосферного воздуха не обеспечивает учета климатических особенностей исследуемых территорий, не опирается на информацию о конкретных загрязняющих веществах, присущих конкретным территориям, что, в конечном счете, приводит к снижению качества информации об экологической обстановке в промышленном регионе.

Авторы исследования предлагают при определении числа стационарных постов мониторинга атмосферного воздуха прибегать к методике, описанной в работах [2, 3]

$$K = K_{CO} + K_{NO_2} + K_{SO_2},$$

$$K_{CO} = \alpha(q_{max} - q_{min})/q_{доп},$$

$$K_{NO_2} = \beta(q_{max} - q_{min})/q_{доп},$$

$$K_{SO_2} = \delta(q_{max} - q_{min})/q_{доп}.$$

где K – число постов мониторинга;

$$\alpha = 1/ПДК_{CO},$$

$$\beta = 1/ПДК_{NO_2},$$

$$\delta = 1/ПДК_{SO_2}$$

где q_{max}, q_{min}, $q_{доп}$ – соответственно максимальное, минимальное и допустимое значения концентраций загрязняющих веществ в выделенном районе, мг/м.

Для получения информации о максимальных и минимальных значениях концентраций загрязняющих веществ исследуемой территории

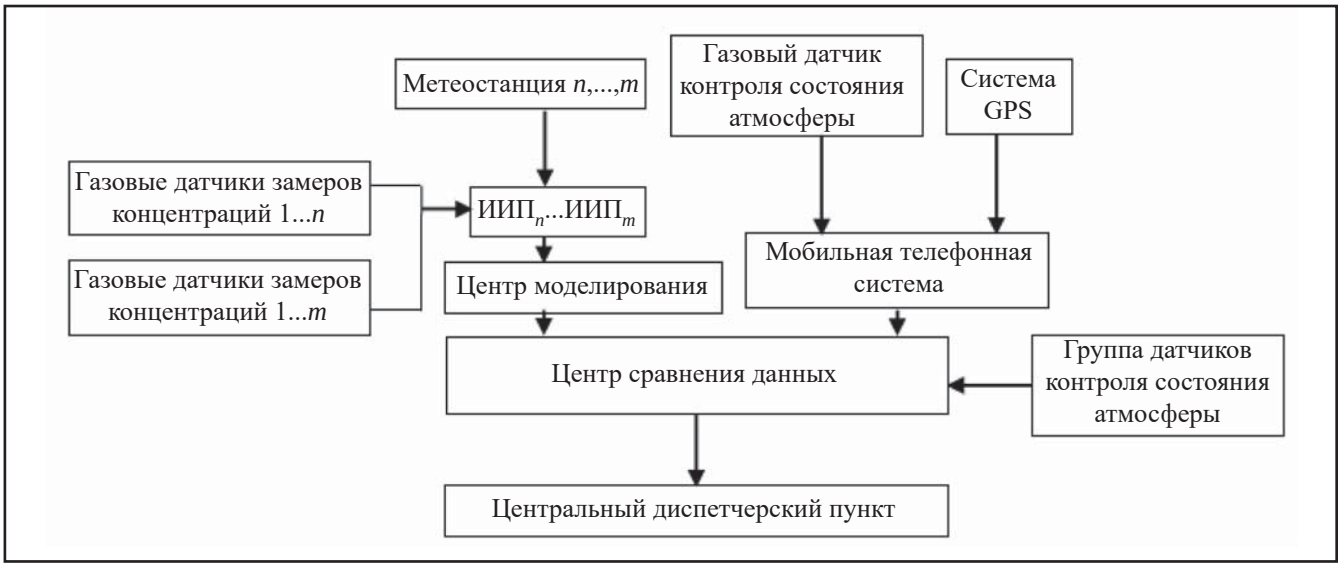

Рис. 1. *Функциональная структура информационно-измерительной и управляющей систем мониторинга атмосферного воздуха промышленного региона*

необходимо использовать результаты исследований маршрутных постов.

Как правило, в городах и районных центрах, где все еще отсутствует централизованная информационно-измерительная система мониторинга атмосферы, контроль по основным показателям загрязнения, присущим конкретным территориям, осуществляется посредством маршрутных постов.

Так, например, в г. Новомосковске Тульской области маршрутные посты мониторинга атмосферного воздуха охватывают контроль веществ, поступающих в атмосферу в результате хозяйственной деятельности организаций и предприятий промышленного комплекса. Среди них – фенол, формальдегид, азота диоксид, углерода оксид, серы диоксид, аммиак, взвешенные вещества и другие.

В ходе работы, используя указанную методику, было определено количество стационарных постов, необходимых для осуществления мониторинга атмосферного воздуха промышленного комплекса г. Новомосковска, входящего в состав промышленного региона Тульская область. Это число составило 4,74. Таким образом, согласно произведенным расчетам, для получения объективной информации о состоянии атмосферы промышленного комплекса на его территории необходимо разместить пять стационарных постов мониторинга.

После того, как становится известно количество постов, необходимых для размещения на исследуемой территории, следует решить задачу по определению их местоположения.

Для этого необходимо выполнить компьютерное моделирование загрязнения воздушной среды исследуемой территории, конечной целью которого станет нанесение изолиний концентраций основных загрязнителей на карту местности. На рисунке 2 представлена карта рассеивания по веществу Группа суммации 330 333 для промышленного комплекса г. Новомосковска.

Далее следует разделить исследуемую территорию на *K* секторов. Для промышленного комплекса г. Новомосковска *K*=5. Карта территории г. Новомосковска, поделенной на секторы, изображена на рисунке 3.

Следующим этапом определения пространственной структуры становится оценка каждого сектора с точки зрения необходимости установки стационарного поста мониторинга атмосферного воздуха.

Первоначально необходимо определить к какому виду, согласно территориального зонирования, относится каждый сектор. При планировке и застройке городов и других поселений различают четыре вида территориального зонирования в зависимости от функционального использования, а также других ограничений на использование территории для осуществления градостроительной деятельности [4]. Таким образом, выделяют: жилую зону; общественно-деловые зоны; производственные зоны; зоны транспортной и инженерной инфраструктуры.

В жилых зонах размещаются жилые дома разных типов (многоквартирные многоэтажные, средней и малой этажности; блокированные; усадебные с приквартирными и приусадебными участками); отдельно стоящие, встроенные или пристроенные объекты социального и культурно-бытового обслуживания населения; гаражи и автостоянки

Рис. 2. *Карта рассеивания по веществу Группа суммации 330 333*

Рис. 3. *Деление на секторы исследуемой территории*

для легковых автомобилей, принадлежащих гражданам; культовые объекты [4].

Общественно-деловые зоны предназначены для размещения объектов здравоохранения, культуры, торговли, общественного питания, социального и коммунально-бытового назначения, предпринимательской деятельности, объектов среднего профессионального и высшего профессионального образования, административных, научно-исследовательских учреждений, культовых зданий, стоянок автомобильного транспорта, объектов делового, финансового назначения, иных объектов, связанных с обеспечением жизнедеятельности граждан.

В состав производственных зон, зон инженерной и транспортной инфраструктур могут включаться:

– коммунальные зоны – зоны размещения коммунальных и складских объектов, объектов жилищно-коммунального хозяйства, объектов транспорта, объектов оптовой торговли;
– производственные зоны – зоны размещения производственных объектов с различными нормативами воздействия на окружающую среду, как правило, требующие устройства санитарно-защитных зон шириной более 50 м, а также железнодорожных подъездных путей;
– иные виды производственной (научно-производственные зоны), инженерной и транспортной инфраструктур. В производственных зонах допускается размещать сооружения и помещения объектов аварийно-спасательных служб, обслуживающих расположенные в производственной зоне предприятия и другие объекты [4].

После того, как становится известно, к какому виду территориального зонирования относится оцениваемый сектор, вводится показатель загрязненности атмосферного воздуха *P*. Необходимость установки стационарного поста мониторинга атмосферного воздуха напрямую зависит от величины показателя загрязненности атмосферного воздуха *P*.

Показатель загрязненности атмосферного воздуха *P* – величина безразмерная, определяемая как соотношение концентрации вредного вещества, полученного в ходе моделирования, к его предельно допустимой концентрации

$$P = \frac{C_{\text{мод}}}{C_{\text{пдк}}},$$

где $C_{\text{мод}}$ – концентрация вредного вещества в секторе, полученная в ходе компьютерного моделирования; $C_{\text{пдк}}$ – предельно допустимая концентрация вредного вещества.

Предлагается в жилых и общественно-деловых зонах устанавливать стационарный пост мониторинга атмосферы в случае, если хотя бы для одного из загрязняющих веществ выполняется условие: $P \geq 0{,}5$. В остальных зонах необходимость установки стационарного поста мониторинга появляется в случае, если хотя бы для одного из загрязняющих веществ выполняется условие: $P \geq 1$.

Кроме этого, при решении задач, связанных с вопросами необходимости установления стационарных постов мониторинга атмосферного воздуха на исследуемых территориях, необходимо учитывать средние многолетние значения уровня КПСА этих территорий.

Классификация уровней КПСА с точки зрения условий рассеивания примесей:

1 – неблагоприятные (КПСА>1,25);

2 – относительно неблагоприятные (0,8 КПСА≤1,25);

3 – относительно благоприятные (0,4<КПСА≤0,8);

4 – благоприятные (0,25<КПСА≤0,4);

5 – крайне благоприятные (КПСА≤0,25) [5, 6].

Предлагается при оценке секторов с уровнем КПСА≥1 устанавливать стационарный пост вне зависимости от значений коэффициента *P*.

В случаях благоприятной экологической обстановки в некоторых исследуемых секторах расчетные коэффициенты *P* находятся в пределах, не требующих установки стационарного поста мониторинга атмосферного воздуха, тогда этот пост перераспределяется на наиболее «нуждающийся» сектор. С целью наиболее оперативного информирования административных структур о состоянии воздушного бассейна в пределах исследуемых территорий было положено размещать центральный диспетчерский пост в непосредственной близости с такими структурами. Как правило, центрально-диспетчерский пост оказывается в центральном секторе сельского поселения, района, города, региона и т.д.

Не менее сложной и актуальной является задача идентификации позиций установки стационарных постов, т.е. поиска координат *x* и *y* соответственно. Для этого необходимо обратиться к расчету максимальных концентраций загрязняющих веществ в долях ПДК, выполняемого по результатам моделирования загрязнения атмосферы каждого из исследуемых секторов, например, при помощи программы «Эколог». Задача поиска нужных позиций существенно облегчается при помощи функции «Сортировка по максимальной концентрации», в результате чего координаты точек,

которым соответствуют максимальные концентрации загрязнения в долях ПДК «обозначаются» в автоматическом режиме.

В качестве примера обратимся к результатам моделирования загрязнения атмосферы промышленного комплекса г. Новомосковска. На рисунке 4 представлены фото интерфейса программы в части результатов расчета максимальных концентраций в долях ПДК для следующих веществ.

Интересным является тот факт, что для разных (трех) веществ, находящихся в пределах одного и того же территориального сектора, функция «Сортировка по максимальной концентрации» выдала координаты одной и той же позиции с координатами: $x - 3\,384$, $y - 2\,475$, которой соответствуют максимальные концентрации в долях ПДК этих веществ.

Исходя из этого, можно сделать выводы о том, что именно в этой позиции следует располагать стационарный пост мониторинга атмосферы для исследуемого сектора.

Функция «Сортировка по максимальной концентрации» выдает не что иное, как значение показателя загрязненности атмосферного воздуха i-м веществом в найденной позиции j при направлении ветра n.

В том случае, если в исследуемом секторе сразу для нескольких загрязняющих веществ максимальные концентрации в долях ПДК находятся в пределах, требуемых установки стационарного поста мониторинга атмосферы и функция «Сортировка по максимальной концентрации» для этих веществ выдает координаты позиций, не совпадающие между собой, то для поиска нужной позиции необходимо данные о загрязнении сектора занести в матрицу показателей загрязненности атмосферного воздуха (таблица). В матрице будет столько строк, сколько загрязняющих веществ в исследуемом секторе, максимальные концентрации в долях ПДК которых находятся в пределах, требуемых установки стационарного поста мониторинга атмосферы. Количество столбцов матрицы может быть каким угодно (от 1 до j), т.к. столбцы матрицы соответствуют значениям показателя загрязненности воздуха i-м веществом в j-й позиции. Следует отметить, что чем больше количество позиций, в которых будет просчитан показатель загрязненности атмосферы по исследуемым загрязнителям, тем точнее можно будет определить координаты размещения стационарного поста мониторинга атмосферного воздуха.

Матрица показателей загрязненности воздуха

Номер загрязняющего вещества	Номер позиции		
	1	2	J
1	$P(1, 1)$	$P(1, 2)$	$P(1, J)$
2	$P(2, 1)$	$P(2, 2)$	$P(2, J)$
I	$P(I, 1)$	$P(I, 2)$	$P(I, J)$

После формирования матрицы выбирают положение стационарного поста мониторинга. Для этого суммируются показатели загрязненности воздуха для каждой позиции, и в качестве места расположения станции выбирается узел, имеющий максимальный уровень загрязнения.

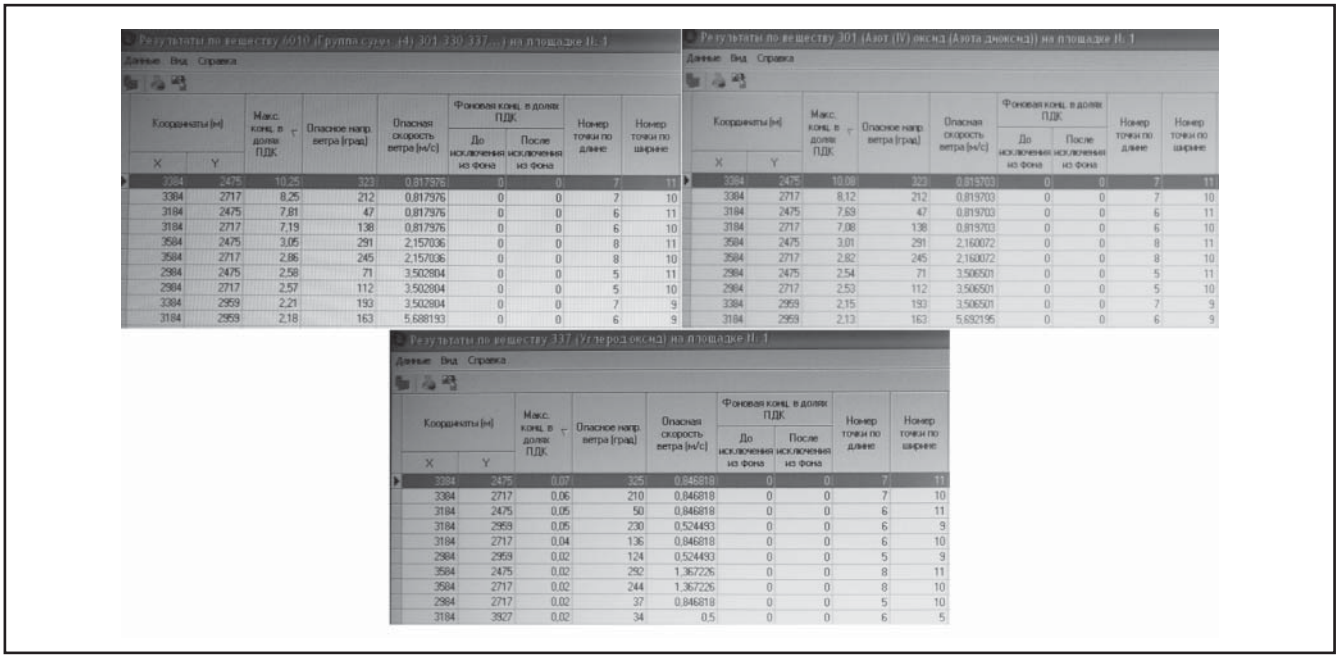

Рис. 4. *Результаты расчета по веществам: 6 010 (Группа суммации (4) 301 330 337…); 301 (азота диоксид); 337 (углерода оксид)*

Подобная процедура совершается для всех исследуемых секторов, пока не будут выбраны *K* позиций для размещения всех имеющихся постов мониторинга уровня загрязнения атмосферы.

Принимая во внимание все вышеизложенные аргументы, был разработан алгоритм определения пространственной структуры и местоположения постов информационно-измерительной и управляющей системы мониторинга атмосферы промышленного региона, блок-схема которого представлена на рисунке 5.

Весьма актуальной является задача передачи информации о загрязнении с источников выбросов в информационно-измерительные пункты информационно-измерительной и управляющей системы мониторинга атмосферы. В настоящее время решение подобных вопросов невозможно без применения автоматических систем контроля выбросов.

Одним из ведущих разработчиков и производителей систем автоматизации, диспетчеризации и управления различного масштаба и уровня сложности в области автоматических систем непрерывного контроля выбросов в атмосферу является Группа компаний «СервисСофт».

Техническим решением проблемы оснащения стационарных источников вредных (загрязняющих) веществ автоматическими средствами контроля промышленных выбросов объектов 1-й категории стала Автоматизированная система измерения выбросов (АСИВ) загрязняющих веществ в атмосферу, разработанная Инновационно-промышленной группой, устройство и работа которой представлены на рисунке 6. Структурная схема системы изображена на рисунке 7.

Автоматизированная система измерения выбросов создается как иерархическая двухуровневая интегрированная автоматизированная измерительная система, в состав которой входят: уровень измерительных компонентов измерительной системы (измерительный компонент ИС); уровень вычислительных компонентов измерительной системы (вычислительный компонент ИС); вспомогательные компоненты измерительной системы (вспомогательный компонент ИС).

Оборудование измерительных компонентов измерительной системы выполняет следующие функции: измерение абсолютного давления дымовых газов, кПа; измерение температуры дымовых

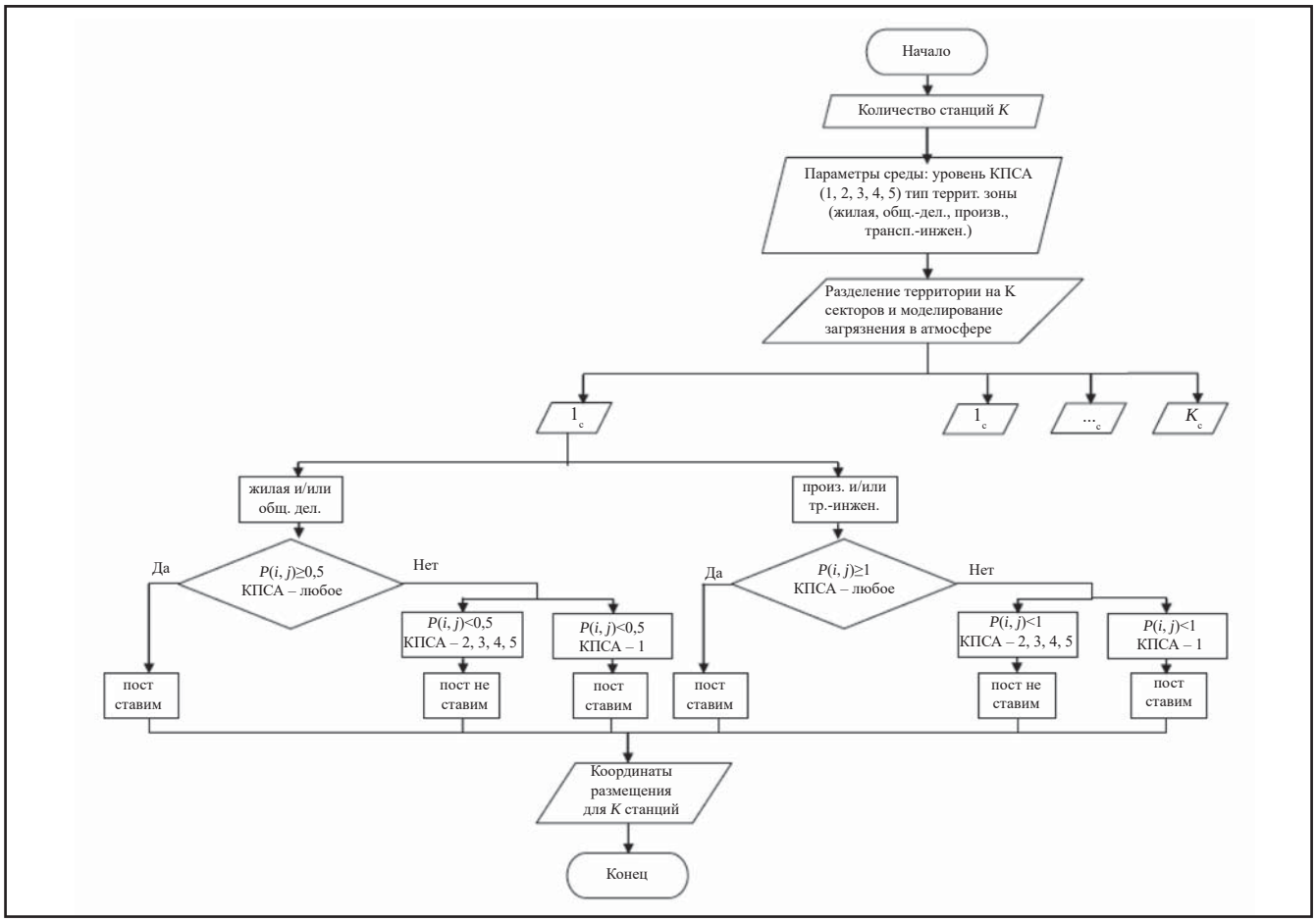

Рис. 5. *Блок-схема алгоритма определения пространственной структуры и местоположения постов*

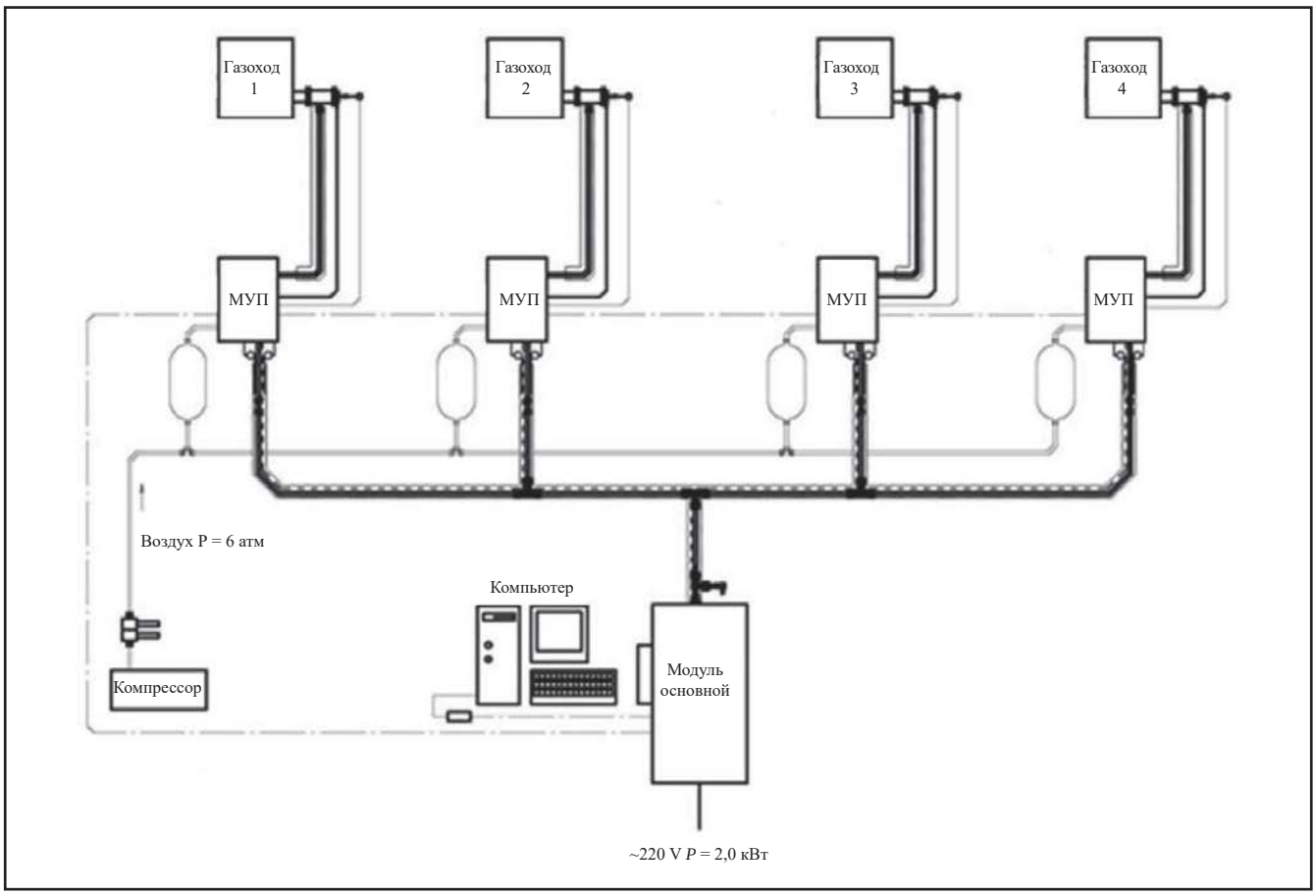

Рис. 6. *Устройство и работа автоматической системы непрерывного контроля вредных выбросов в атмосферу*

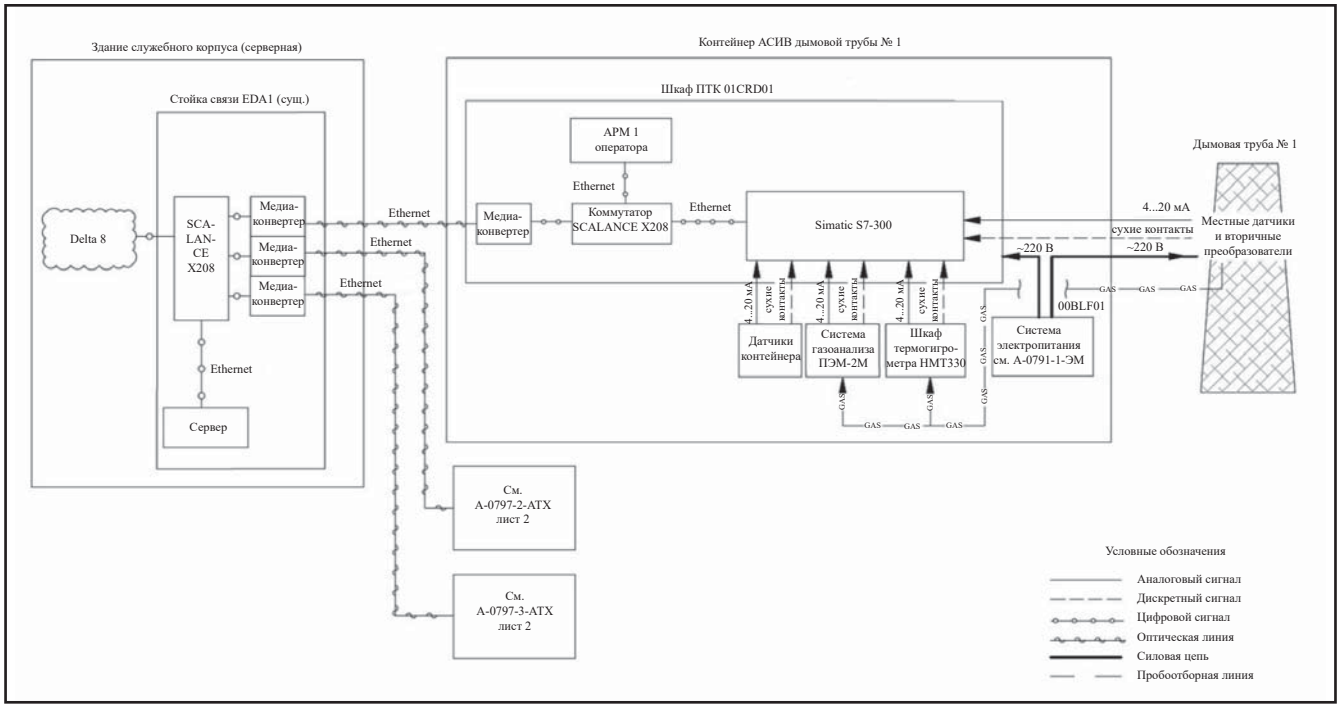

Рис. 7. *Структурная схема непрерывного контроля вредных выбросов в атмосферу дымовой трубы*

газов, °С; измерение объемного расхода дымовых газов, м^3/ч; измерение объемной доли кислорода (O_2), %; измерение объемной доли диоксида углерода (CO_2), %; измерение концентрации оксида углерода (CO), мг/м^3; измерение концентрации оксида азота (NO), мг/м^3; измерение концентрации диоксида азота (NO_2), мг/м^3; измерение концентрации диоксида азота (SO_2), мг/м^3; измерение концентрации твердых (взвешенных) частиц, мг/м^3; измерение концентрации влажности (H_2O), %; расчет объемного расхода сухих газов, м^3/ч.

Уровень вычислительного компонента ИС обеспечивает автоматический сбор, диагностику и автоматизированную обработку информации по анализу дымовых газов в сечении газохода, автоматизированный сбор и обработку информации, а также обеспечивает интерфейс доступа к этой информации.

Связь уровней автоматической системы контроля выбросов с информационно-измерительными постами информационно-измерительной и управляющей систем мониторинга атмосферы реализуется с помощью сети Enternet.

Включение АСИВ в структурные узлы информационно-измерительной и управляющей систем мониторинга атмосферы промышленного региона позволит повысить эффективность работы региональной системы мониторинга за счет экономии временных, финансовых и интеллектуальных ресурсов.

Теоретические положения, связанные с размещением стационарных постов мониторинга на контролируемой территории, определением их числа, достаточного для обеспечения достоверной информацией о загрязнении воздушной среды, особенностями оснащения источников выбросов в атмосферу автоматическими системами контроля, уточненные в ходе настоящего исследования, могут найти свое применение в практической деятельности государственных управленческих структур в области экологии и чрезвычайных ситуаций, а также в работе экологических служб промышленных предприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Патент РФ 2466434 МПК G01W 1/00.* Соколов Э.М., Панарин В.М., Шейнкман Л.Э., Горюнкова А.А., Рощупкин Э.М., Камахина С.А., Телегина Н.А., Пушилина Ю.Н., Сметанова В.А., Дабдина О.А., Ивановская Е.Н., Даниленко А.Г., Белоусов А.А., Рыбка Н.А., Строкатов Е.А., Семин И.В. Система экологического мониторинга и прогнозирования загрязнения атмосферы промышленного региона; заявитель и патентообладатель ГОУВПО «ТулГУ». Опубл. 10.11.12, Бюллетень. № 31. 9 с.
2. Пушилина Ю.Н. и др. Расчет рассеяния загрязняющих веществ города Тулы. Современные проблемы экологии // *Доклады на Всероссийской научн.-техн. конференции / Под общ. ред. д- ра техн. наук, проф. Э.М. Соколова*. М.:; Тула: Изд-во «Инновационные технологии», 2009. С. 14…16.
3. Кантюков Р.А., Мешалкин В.П., Панарин В.М., Горюнкова А.А., Кантюков Р.Р., Гришаков К.В. Теоретико-экспериментальный метод оценки параметров территориального загрязнения атмосферы объектами химической промышленности // *Химическая промышленность сегодня*. 2016. № 10. С. 52…56.
4. *СП 42.13330.2016*. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений.
5. Панарин В.М., Рыбка Н.А. Информационно-измерительная и управляющая система районирования территорий промышленного региона по комплексным показателям метеорологических условий загрязнения атмосферы // *Приборы и системы. Управление. Контроль. Диагностика*. 2017. № 12. С. 41…47.
6. Панарин В.М., Маслова А.А., Рыбка Н.А., Царьков Г.Ю. Способы регистрации метеопараметров, расчета и отображения метеопоказателей в информационно-измерительной и управляющей системе районирования территорий промышленного региона по загрязнению атмосферы // *Промышленные АСУ и контроллеры*. 2018. № 11. С. 26…31.

REFERENCES

1. *Patent RF 2466434 MPK G01W 1/00*. [Patent RF 2466434 IPC G01W 1/00]. Sokolov E.M., Panarin V.M., Sheinkman L.E., Goryunkova A.A., Roshchupkin E.M., Kamakhina S.A., Telegin N.A., Pushilina Yu.N., Smetanova V.A., Dabdina O.A., Ivanovskaya E.N., Danilenko A.G., Belousov A.A., Rybka N.A., Strokatov E.A., Semin I.V. Sistema ekologicheskogo monitoringa i prognozirovaniya zagryazneniya atmosfery promyshlennogo regiona [The system of environmental monitoring and prediction of atmospheric pollution in an industrial region; applicant and patent holder GOUVPO «TulSU». Publ. 11/10/12. Bull. № 31]. 9 p.
2. Pushilina Yu.N. et al. Raschet rasseyaniya zagryaznyayushchikh veshchestv goroda Tuly. Sovremennye problemy ekologii [Calculation of the

dispersion of pollutants in the city of Tula Modern problems of ecology]. *Doklady na Vserossiyskoy nauchn.-tekhn. konferentsii / Pod obshch. red. d- ra tekhn. nauk, prof. E.M. Sokolova* [Dokl. All-Russian scientific and technical. conf. Under the total. ed. Doctor of Technical Sciences, prof. E.M. Sokolova]. M.:; Tula: Izd-vo «Innovatsionnye tekhnologii» [Moscow; Tula: Publishing House «Innovative Technologies»]. 2009, pp. 14…16.

3. Kantyukov R.A., Meshalkin V.P., Panarin V.M., Goryunkova A.A., Kantyukov R.R., Grishakov K.V. Teoretiko-eksperimental`nyy metod otsenki parametrov territorial`nogo zagryazneniya atmosfery obektami khimicheskoy promyshlennosti [Theoretical and experimental method for assessing the parameters of territorial atmospheric pollution by objects of the chemical industry]. *KHimicheskaya promyshlennost` segodnya* [Chemical Industry Today]. 2016. № 10, pp. 52…56.
4. SP 42.13330.2016. Gradostroitel`stvo. Planirovka i zastroyka gorodskikh i sel`skikh poseleniy [Urban planning. Planning and development of urban and rural settlements].
5. Panarin V.M., Rybka N.A. Informatsionno-izmeritel`naya i upravlyayushchaya sistema rayonirovaniya territoriy promyshlennogo regiona po kompleksnym pokazatelyam meteorologicheskikh usloviy zagryazneniya atmosfery [Information-measuring and control system of zoning of territories of an industrial region according to complex indicators of meteorological conditions of air pollution]. *Pribory i sistemy. Upravlenie. Kontrol`. Diagnostika* [Devices and Systems. Control. The control. Diagnostics]. 2017. № 12, pp. 41…47.
6. Panarin V.M., Maslova A.A., Rybka N.A., Tsarkov G. Yu. Sposoby registratsii meteoparametrov, rascheta i otobrazheniya meteopokazateley v informatsionno-izmeritel`noy i upravlyayushchey sisteme rayonirovaniya territoriy promyshlennogo regiona po zagryazneniyu atmosfery [Methods of registration of meteorological parameters, calculation and display of meteorological indicators in the information-measuring and control system of zoning of territories of an industrial region for air pollution]. *Promyshlennye ASU i kontrollery* [Industrial ACS and Controllers]. 2018. № 11, pp. 26…31.

Информация об авторах

Сергеечев Вадим Викторович, директор
Васильева Ольга Александровна, ведущий инженер-проектировщик
ООО «СервисСофт Инжиниринг»
+7 (4872) 70-05-82 http://ecometeo.ssoft24.com/
300004, Российская Федерация, г. Тула, ул. Щегловская засека, д. 30
Рыбка Надежда Александровна, аспирант
ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»
300012, г. Тула, Российская Федерация, проспект Ленина, 92

Information about authors

Sergeechev Vadim Victorovich, Director
Vasileva Ol`ga Alexanderovna, Senior project engineer
ServiceSoft Engineering LLC
+7 (4872) 70-05-82 http://ecometeo.ssoft24.com/
300004, Russian Federation, Tula, Scheglovskaya zaseka Str., 30
Rybka Nadezhda Alexanderovna, Postgraduate Student
Tula State University
300012, Tula, Russian Federation, prospekt Lenina, 92