

## **ОБ АВТОМАТИЗАЦИИ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ**

*И. В. Крысанов, А. И. Полищук, Н. Н. Иванова*

Главная геофизическая обсерватория им. А. И. Воейкова  
194021 Санкт-Петербург, ул. Карбышева, 7

Voeikov Main Geophysical Observatory  
194021 St. Petersburg, Karbysheva st., 7

E-mail: ivan.krisanov@gmail.com,  
alla-polischuk@yandex.ru,  
ivnad@voeikovmgo.ru

Поступила в редакцию 13.01.2021  
Поступила после доработки 19.05.2021

### **Введение**

При разработке воздухоохраных мероприятий используется информация о содержании загрязняющих веществ в атмосфере городов, основу которой составляют данные Государственной системы наблюдений за состоянием окружающей среды (ГСН). Наиболее развитой частью этой системы в течение длительного периода является наблюдательная сеть Росгидромета, создание которой регламентировалось правилами ГОСТ 17.2.3.01-86 и РД 52.04.186-89. Система наблюдений построена по территориально распределенному принципу с учетом заинтересованности потребителей в информации о состоянии воздушного бассейна населенных мест.

Данные ГСН используются при оперативном информировании о состоянии, загрязнении и прогнозировании уровней (особенно высоких) содержания вредных веществ в атмосфере. Информация ГСН предоставляется населению, органам государственной власти

всех уровней, заинтересованным ведомствам и организациям (Полищук, 1994).

### **Развитие автоматизированной обработки данных ГСН**

Начало регулярных наблюдений за загрязнением населенных мест на территории бывшего СССР было положено в 1964 году. По итогам наблюдений был накоплен большой объем информации, что потребовало привлечения вычислительных ресурсов современных ЭВМ для сбора, контроля, обработки и интерпретации полученных данных. Начиная с 1979 года данные наблюдений ГСН Росгидромета обрабатывались на ЭВМ того поколения, которое было наиболее распространено в гидрометеорологической службе страны. Для обеспечения единого методического подхода к решению задач, поставленных перед службой, специалистами ФГБУ «ГГО» (как научно-методического центра данного направления) была разработана единая автоматизированная система обработки информации о загрязнении атмосферы (АСОИЗА). Вначале система была создана для ЭВМ типа М-220, которая функционировала в одном центре — ФГБУ «ГГО» (Огнева, Полищук, 1975). Затем по мере переоснащения гидрометеорологической службы и внедрения ЕС ЭВМ (аналог ИВМ-360) в ФГБУ «ГГО» была создана система АСОИЗА для этого класса ЭВМ (Автоматизированная система..., 1986). В тот период данные наблюдений ГСН для машинной обработки были распределены по 27 вычислительным центрам. Для каждого центра была определена зона обработки, как правило — территория одного или нескольких федеральных образований. В этих центрах по итогам обработки накапливались уже многолетние ряды наблюдений в единой структуре и формате, соответствующем требованиям Госфонда, принятым для данных, возникающих в гидрометеорологической службе страны (Временные методические указания, 1977).

Позднее, когда для сетевых подразделений службы стали доступны персональные компьютеры (ПЭВМ), специалистами ФГБУ «ГГО» была создана система АСОИЗА-ПЭВМ.

Система АСОИЗА-ПЭВМ создавалась как локальный настольный инструмент для различных уровней прохождения информации, начиная от уровня лаборатории, где проводится анализ отобранных проб воздуха, до уровня ЦГМС (ЦМС), УГМС и Специализированного центра данных (СЦД) в ФГБУ «ГГО», где накапливаются и объединяются результаты наблюдений на подведомственной территории и по стране в целом, и создаются территориально распределенные базы архивных данных в единых форматах и структуре (Полищук, 1999).

Система АСОИЗА-ПЭВМ доступна для всех уровней прохождения информации от пункта (как правило, лаборатории), где она возникает, до СЦД, где хранится фонд многолетних данных наблюдений.

В общем виде потоки прохождения информации о загрязнении атмосферы с применением системы АСОИЗА-ПЭВМ на всех уровнях, использование ее результатов внешними потребителями и создание банков данных показаны на рисунке 1.



Рис. 1. Потоки прохождения информации о загрязнении атмосферы с применением системы АСОИЗА-ПЭВМ

Система АСОИЗА-ПЭВМ была принята и рекомендована ведомственной комиссией к распространению в подразделениях Росгидромета от ЦГМС (ЦМС), УГМС до СЦД (ФГБУ «ГГО»). Система имеет свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Следует отметить, что при разработке системы АСОИЗА на вычислительных средствах по мере смены класса ЭВМ не только сохранялась преемственность систем по информации, алгоритмам контроля и обработки, но и расширялись информационные возможности самой системы, исходя из новых задач, возникающих перед ГСН. При этом авторами разрабатывались дополнительные программные модули в составе системы АСОИЗА-ПЭВМ, а также постоянно выполнялось методическое сопровождение функционирования системы в сетевых подразделениях Росгидромета.

Состояние и степень обработки основной массы наблюдений сети ГСН с применением ПЭВМ видно в таблице 1. Практически сохранилась ситуация кустовой схемы обработки, когда в одном центре обрабатывается информация нескольких городов, находящихся на подведомственной территории. Наряду с системой АСОИЗА-ПЭВМ в ФГБУ «Северо-Западное УГМС» обработка выполняется с применением системы АСОД. В ФГБУ «Верхне-Волжское УГМС» и ФГБУ «Центральное УГМС» используется система ЛБАД (Автоматизированная система..., 1985). Отметим, что переход на систему АСОИЗА-ПЭВМ в ФГБУ «Верхне-Волжское УГМС» был приостановлен в 2020 году из-за пандемии, хотя система уже была успешно освоена.

К настоящему времени в составе ГСН функционирует наблюдательная сеть Росгидромета в 221 городе, осуществляются регулярные, практически ежедневные, измерения концентраций примесей на 611 постах наблюдений. При этом в воздухе населенных мест определяется более 50 измеряемых веществ, разнообразие которых за последние годы возросло.

Используемая в настоящее время система АСОИЗА-ПЭВМ, созданная более 20 лет назад в ФГБУ «ГГО» и успешно функционирующая в течение длительного времени в оперативной

практике в 71 центре, выполняет наибольший объем усвоения информации о загрязнении атмосферного воздуха в 174 из 221 города. Система позволяет на любом уровне (ЛМЗА, ЦМС, ЦГМС, УГМС, СЦД) обрабатывать данные дискретных наблюдений за загрязнением атмосферы в городах, поступающие регулярно (практически ежедневно) с сети наблюдения за загрязнением атмосферы. Она обеспечивает поставку информационной продукции на все уровни управления качеством воздуха: город — субъект федерации — территория УГМС (федеральный округ) — федеральный уровень.

Таблица 1

**Состояние обработки данных ГСН на ПЭВМ**

УГМС	Система	Количество		УГМС	Система	Количество	
		городов	центров			городов	центров
Башкирское	АСОИЗА	5	1	Приморское	АСОИЗА	5	1
Верхне-Волжское	<b>ЛБАД</b>	11	5	Сахалинское	АСОИЗА	6	1
Дальневосточное	АСОИЗА	8	1	Северное	АСОИЗА	8	4
Забайкальское	АСОИЗА	<b>6</b>	2	Северо-Западное	<b>АСОД</b> <b>АСОИЗА</b>	10 3	4 1
Западно-Сибирское	АСОИЗА	9	6	Северо-Кавказское	АСОИЗА	22	9
Иркутское	АСОИЗА	18	7	Средне-Сибирское	АСОИЗА	11	1
Камчатское	АСОИЗА	2	1	Республики Татарстан	АСОИЗА	3	1
Колымское	АСОИЗА	1	1	Уральское	АСОИЗА	13	9
Крымское	АСОИЗА	6		Центральное	<b>ЛБАД</b>	26	10
Мурманское	АСОИЗА	8	1	ЦЧО	АСОИЗА	9	8
Обь-Иртышское	АСОИЗА	10	2	Чукотское	АСОИЗА	2	1
Приволжское	АСОИЗА	15	12	Якутское	АСОИЗА	4	1

ИТОГО: 221 город, 90 центров обработки

Система выполняет полный цикл обработки, включающий сбор данных наблюдений, контроль, расчеты, получение информационной продукции (выходных форм с результатами расчетов), архивацию проконтролированных данных и их сохранение, подготовку документов архивного фонда данных Росгидромета (Госфонда) с последующей передачей документов в специализированный центр данных (ФГБУ «ГГО») и далее в Единый государственный фонд данных (ЕГФД) ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» (Веселов и др., 1981).

Вместе с тем, в настоящее время работы по получению, усвоению и представлению информации о загрязнениях атмосферного воздуха городов не полностью выполняются с использованием средств автоматизации. В существующем виде система АСОИЗА-ПЭВМ не может в дальнейшем развиваться на вновь появляющихся современных программных платформах и IT-технологиях.

### **Создание системы АСОИЗА-ПЛЮС**

Развитие и широкое распространение современных программных платформ и IT технологий потребовало модернизации программного обеспечения системы. При этом было необходимо сохранить принцип преемственности и совместимости с накопленными многолетними данными наблюдений и измерений. Вновь создаваемая система должна была усваивать не только данные дискретных наблюдений, сохраняющих свое многообразие по видам примесей, но и поток данных непрерывных измерений на сети ГСН. Важным для системы является сохранение и развитие технологии хранения, передачи и обмена данными между подразделениями Росгидромета — сетевыми и НИУ. Система должна обеспечивать возможность:

- автоматического обновления и постоянного сопровождения;
- расширения перечня поддерживаемых входных данных и выходной информационной продукции, как по количеству, так и по качеству;
- ведения единых информационных справочников и классификаторов;

— применения новых информационных технологий, существенно упрощающих сохранность и оперативный пользовательский доступ к данным системы.

С учетом этих требований в ФГБУ «ГГО» был разработан программный комплекс «АСОИЗА-ПЛЮС» как единая система автоматизации процесса сбора, контроля, обработки, накопления, обобщения, представления и распространения информации о загрязнении атмосферы по данным наблюдений на сети мониторинга загрязнения атмосферы (МЗА), который построен по сетевому принципу. Функционал системы АСОИЗА-ПЛЮС реализует все действующие функции оперативной деятельности сетевых подразделений Росгидромета в области информационного обеспечения мониторинга загрязнения атмосферы.

АСОИЗА-ПЛЮС сохранила преемственность по информации и используемым алгоритмам с АСОИЗА-ПЭВМ и с автоматизированной системой обработки режимной информации Госфонда гидрометеорологических данных и данных об окружающей среде.

Система АСОИЗА-ПЛЮС создана для активного применения в подразделениях Росгидромета, осуществляющих мониторинг состояния и загрязнения атмосферного воздуха, контроль и анализ информации, обеспечение заинтересованных потребителей достоверными сведениями о состоянии и прогнозе загрязнения атмосферного воздуха. Система позволяет работать без установки на рабочих местах наблюдательных подразделений дополнительного программного обеспечения (за исключением средств защиты информации). То есть затраты на ее освоение и внедрение минимальны.

Система АСОИЗА-ПЛЮС создана по классической клиент-серверной технологии (рабочее место с клиентскими приложениями) и позволяет на каждом уровне (ЛМЗА, ЦМС, ЦГМС, УГМС) и централизованно (СЦД в ГГО) собирать, хранить и анализировать данные наблюдений за содержанием примесей в атмосферном воздухе населенных мест и сопутствующих метеорологических параметров. Учитывая требования к надежности, отказоустойчивости

и информационной безопасности, система ориентирована на «многопользовательскую» среду с разделением прав доступа. В системе обеспечивается сохранение, репликация и восстановление баз данных, централизованное обновление программных средств.

В общую базу данных системы АСОИЗА-ПЛЮС введены метаданные, описывающие состав и структуру сети МЗА (стационарные и передвижные пункты наблюдений и лаборатории, их техническое оснащение, используемые средства измерений, их метрологические характеристики, методики количественного химического анализа, актуальные программы наблюдений, включая частоту, периодичность наблюдений и перечни загрязняющих веществ), а также прочие сведения, необходимые для контроля качества информации и формирования выходной информационной продукции. В системе предусмотрено поддержание и регулярное согласование между УГМС и ФГБУ «ГГО» базы метаданных. Пример работы системы АСОИЗА-ПЛЮС показан на рисунке 2.

В ФГБУ «ГГО» установлено единое программное обеспечение для всей сети подразделений МЗА. Доступ к программным средствам регламентируется на каждом уровне сетевых подразделений Росгидромета определенными условиями и согласованными сроками включения информации в единую систему. Одновременно в каждом подразделении должен быть доступ к той части функционала этого программного обеспечения, которая реализует только круг задач, которые закреплены за данным подразделением.

В системе выполняются режимы ввода, контроля, обработки, обобщения и накопления информации. Полученная таким образом уже проконтролированная информация составляет общую базу данных, которая объединяет данные наблюдений МЗА. Доступ к общему потоку данных осуществляется администратором системы, исходя из интересов пользователей каждого уровня. Данные лабораторных анализов вводятся в одном из нескольких ручных режимов, с одновременным контролем качества данных.

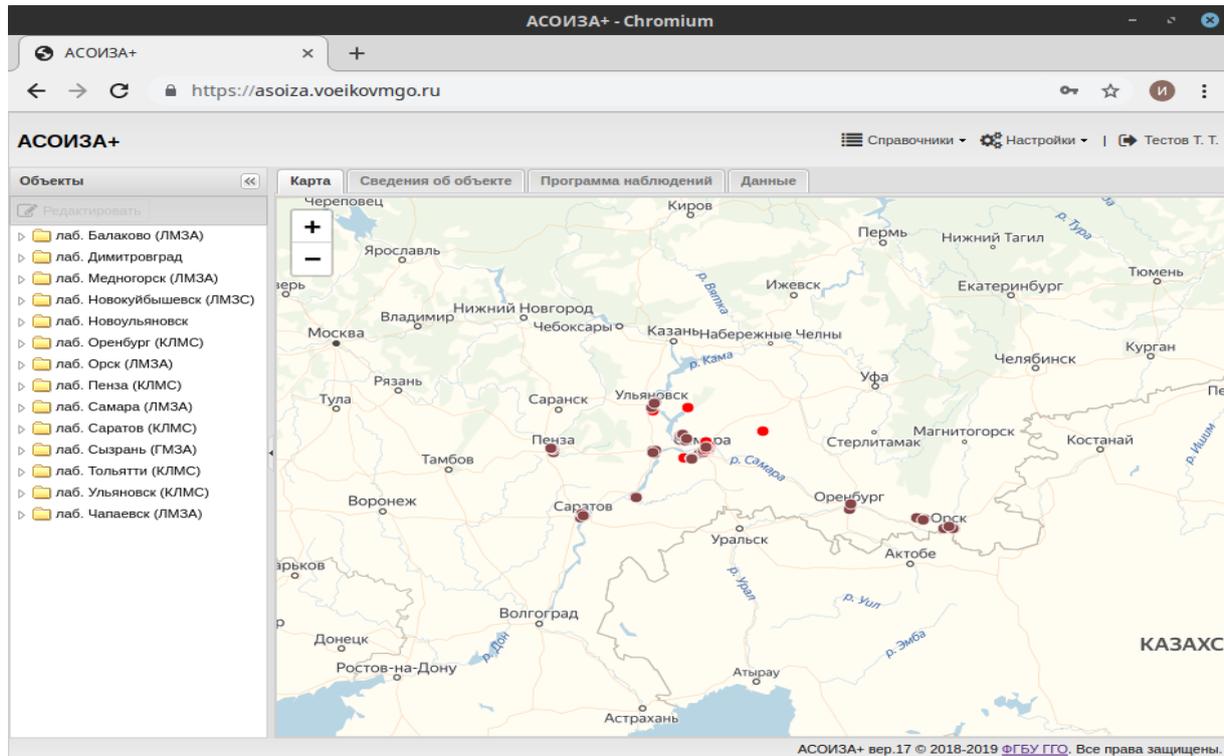


Рис. 2. Пример работы системы АСОИЗА-ПЛЮС с постами и лабораториями одного из УГМС

Перечень режимов включает в себя ввод данных по посту наблюдений за загрязнением атмосферы (ПНЗ), а также импорт данных лицензиатов в различных табличных форматах, в том числе в формате EXCEL.

В процессе модернизации системы данный перечень будет расширяться. Будет добавлен режим ввода оптической плотности с последующим автоматическим пересчетом в концентрацию в режиме совместимости с журналами количественного химического анализа (КХА), используемыми в лабораториях.

Данные результатов измерений автоматизированных ПНЗ вводятся непрерывно с применением REST-сервиса системы либо по расписанию в режиме их опроса.

Кроме того, в системе предусмотрено импортирование данных из файлов Госфонда, накопленных по материалам предыдущих наблюдений, а также экспорт данных в базу Госфонда в заданных форматах и структуре, что обеспечивает возможность переноса информации из АСОИЗА-ПЭВМ в АСОИЗА-ПЛИОС, а также пополнение базы Госфонда массивами проверенных данных за истекший годовой цикл наблюдений.

В системе реализованы алгоритмы контроля данных, расширенные по сравнению с алгоритмами системы АСОИЗА-ПЭВМ. Контроль включает проверку результатов наблюдений по принадлежности методик измерений, сравнение с заданными в методике диапазонами и статистически обеспеченными пределами высоких значений.

В системе выполняется обработка, обобщение данных наблюдений и представление результатов в табличном, графическом и картографическом видах.

Основные данные системы и методы их обработки хранятся в общей сетевой базе данных на центральном сервере. Доступ к данным организован с использованием WEB-ориентированного приложения на основе JavaScript-технологий, совместимых с большинством из современных браузеров. Данный подход обеспечивает независимость от аппаратных платформ, имеющихся на рабочих местах, или от установленных на них операционных систем, что допускает использование как классических стационарных

ПЭВМ, так и мобильных устройств с установленным на них проприетарным или свободным программным обеспечением, а также программным обеспечением, внесенным в Реестр российских программ.

Все программное обеспечение работает в сетевом режиме и допускает одновременную работу пользователей разного уровня, который определяется правами доступа системы. Права ограничивают возможности доступа к данным в зависимости от административного и географического разделения. Права доступа в рамках всей системы определяет ее администратор. Для упрощения администрирования права администратора могут быть делегированы специалистам по зоне их ответственности.

### **Заключение**

Созданная в ФГБУ «ГТО» система АСОИЗА-ПЛЮС решает одну из наиболее важных задач в части обеспечения в реальном режиме получения фактических данных об уровнях загрязнения атмосферного воздуха, а также результатов оценки и прогнозирования их изменения под влиянием природных и антропогенных факторов. Сохранена и расширена возможность предоставления населению, органам государственной власти всех уровней и заинтересованным ведомствам информации о состоянии и загрязнении атмосферного воздуха по итогам ГСН. Таким образом, создан современный программный продукт, доступный для пользователей в подразделениях Росгидромета на любом уровне получения информации о загрязнении атмосферного воздуха населенных мест: от поста наблюдений (измерений) до специалистов информационного обслуживания широкого круга потребителей любого уровня.

Применение системы АСОИЗА-ПЛЮС в подразделениях Росгидромета расширяет возможности использования данных мониторинга загрязнения атмосферы в государственной системе оценки и регулирования качества атмосферного воздуха, включая обеспечение оперативного информирования населения о его

состоянии, особенно в случае опасности появления высоких уровней загрязнения, и оценку эффективности принимаемых мер.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Автоматизированная система обработки информации на локальном уровне (ЛБАД). Программные документы (1985). — Кемерово: Кемеровский ЦНТИ. Ротапринт.

Автоматизированная система обработки информации о загрязнении атмосферы (АСОИЗА) (1986). — ОФАП Госгидромета СССР, инв. № 051051036. ГОСФАП СССР, инв. № И50900001033.

*Веселов В. М., Прибыльская И. Р. и др.* (1981). Система управления данными АИСОРИ. — ОФАП Госгидромета СССР, инв. № И050020489.

Временные методические указания по организации данных на магнитных лентах ЕС ЭВМ. Язык описания гидрометеорологических данных (1977). — Обнинск: РТП ВНИИГМИ – МЦД.

ГОСТ 17.2.3.01-86. Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов (1987). — М.: Изд. стандартов. 5 с.

*Огнева Т. А., Полищук А. И.* (1975). Автоматизированная система обработки режимной информации по загрязнению атмосферы // Труды ГГО. Вып. 364. С. 33–39.

*Полищук А. И.* (1994). Об информационном обеспечении систем автоматизированной обработки и банков данных в области охраны атмосферного воздуха // Вопросы охраны. № 2–3. С. 21–25.

*Полищук А. И.* (1999). Состояние и перспективы развития системы автоматизированной обработки и банка данных о загрязнении атмосферы / Современные исследования Главной геофизической обсерватории. Юбилейный сборник. Том 1. С. 162–171.

РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы (1991). — М.: Госкомгидромет СССР. 696 с.