

В.Е. Зуев, В.С. Комаров, А.Н. Калинин, С.А. Михайлов

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ РЕГИОНАЛЬНО – ЛОКАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

Рассматриваются основные принципы использования геоинформационной технологии в задачах экологического мониторинга атмосферы на региональном и локальном уровнях. Обсуждаются структура и функциональные возможности геоинформационной системы, предназначенной для решения задач подобного типа. Рассматриваются также принципы применения геоинформационной технологии при обработке результатов лидарного зондирования атмосферы в условиях антропогенного загрязнения.

1. Введение

В эпоху научно-технического прогресса антропогенные воздействия на окружающую среду, в том числе и на атмосферу, становятся все более интенсивными и масштабными, причем процесс ее загрязнения дошел до такого уровня, что сама среда стала терять уникальную способность к самоочищению. Особо неблагоприятная экологическая обстановка сложилась к настоящему времени на территории России (и в первую очередь в крупных промышленных районах), чему способствовал ряд обстоятельств.

Во-первых, несмотря на существенный рост в последние десятилетия масштабов и объемов экологически опасного производства, проблемам оптимальной организации и ведения экологического мониторинга, в том числе и на ограниченных территориях (промышленная зона, индустриальный центр, крупный город), и вопросам проведения полноценной экологической экспертизы вновь строящихся народнохозяйственных объектов стали уделять серьезное внимание лишь с начала 80-х годов, после утверждения Закона СССР <Об охране атмосферного воздуха>. Поэтому не случайно, что именно с этого времени и появились многочисленные публикации, в том числе и фундаментального характера (см., например, [1 – 8]), посвященные различным аспектам экологического мониторинга и охраны природной среды.

Во-вторых, до настоящего времени недостаточно полно и детально проработаны многочисленные вопросы, связанные с изучением закономерностей распространения и эволюции загрязняющих веществ в атмосфере, а также с исследованием воздействия существующих и вновь строящихся производств и промышленных комплексов на загрязнение атмосферного воздуха.

В-третьих, до сих пор еще отсутствуют надежные и эффективные программноалгоритмические средства, которые необходимы для оперативной обработки и обобщения больших объемов разнородной эколого-физической информации, поступающей от различных измерительных систем, а также для моделирования, диагноза и прогноза атмосферных процессов и параметров загрязнения с целью оценки текущего и ожидаемого экологического состояния атмосферы.

В-четвертых, отмечается явное отставание (от мирового уровня) в области создания современных автоматизированных систем экологического контроля, предназначенных для постоянного слежения за загрязнением воздушного бассейна ограниченных территорий и оперативного прогнозирования уровня этого загрязнения (нам известна только одна подобная отечественная система – система АНКОС–АГ [9]).

Учитывая все эти обстоятельства, а также значительные масштабы антропогенного загрязнения и большой экономический ущерб, возникающий в результате повседневной деятельности экологически грязных производств и за счет крупных промышленных аварий и катастроф (например, катастрофы на Чернобыльской АЭС), уже в самые ближайшие годы предполагается провести (в соответствии с Федеральной целевой комплексной научно-технической программой

<Экологическая безопасность России> (1993 – 1995 гг.) [10]) широкий спектр научных и технических разработок, связанных с созданием действенной системы обеспечения экологической безопасности России и минимизации вредного воздействия хозяйственной деятельности человека на состояние окружающей среды. Среди данных разработок большое внимание будет уделено созданию Единой государственной системы экологического мониторинга России (ЕГСЭМ), составным элементом которой будут различные системы регионального и локального мониторинга.

По мнению авторов настоящей статьи, важнейшим элементом ЕГСЭМ должна быть автоматизированная система экологического мониторинга ограниченной территории (АСЭМОТ). Эта система, создаваемая на основе современных технических и информационно-программных средств, должна не только дополнить и усовершенствовать (за счет разработки новых средств контроля) существующую систему мониторинга атмосферных загрязнений, представленную сетью наземных стационарных постов Роскомгидромета (типа <Пост-1> и <Пост-2>) и сетью разрозненных и плохо скоординированных ведомственных экологических лабораторий, но и обеспечить наиболее полно и оперативно объективную оценку и прогноз состояния загрязнения воздушного бассейна на локально-региональном уровне, а также выработку на основе прогностической информации соответствующих рекомендаций для проведения необходимых природоохранительных мероприятий.

При проектировании и разработке АСЭМОТ необходимо решить ряд важных научно-технических задач, без реализации которых невозможно эффективное применение данной системы при проведении оперативного экологического мониторинга. Эти задачи должны охватывать два направления научно-прикладных исследований. Одно из них связано с созданием современных технических средств, необходимых для постоянного слежения за загрязнением ограниченного воздушного бассейна (например, большого города или промышленного центра), а второе – с разработкой автоматизированной информационной системы (АИС), которая должна обеспечить интеллектуальную поддержку решений различных целевых задач и, в частности, задач локальной экодиагностики и экологического прогнозирования уровня загрязнения воздушной среды.

На современном этапе наиболее перспективными методами и техническими средствами контроля экологического состояния воздушного бассейна являются активные оптические методы и в особенности методы и системы лазерного зондирования атмосферы [7, 8]. В отличие от существующих [3, 9] эти методы позволяют получать оперативно и с большим пространственно-временным разрешением данные о широком комплексе физических параметров атмосферы, в том числе концентраций аэрозольногазовых примесей антропогенного происхождения, и обеспечивают возможность постоянного дистанционного контроля состава и объема различных загрязняющих веществ, выбрасываемых точечными источниками.

Для обработки результатов экологического мониторинга (в том числе и лидарного) авторами была разработана концепция построения АИС, основанная на идеях и методах геоинформатики – научной дисциплины, получившей широкое распространение в последние годы при решении задач охраны окружающей среды и рационального природопользования.

2. Состояние и развитие геоинформационной технологии в задачах экологического мониторинга

Как одно из новых научных направлений геоинформатика сформировалась на стыке нескольких наук – географии, картографии и собственно информатики. Совокупность принципов и методов, которые развиваются в рамках информатики, принято объединять понятием геоинформационной технологии или технологии геоинформационных систем (ГИС).

С наиболее общей точки зрения геоинформационная технология представляет собой компьютерную технологию комплексной обработки пространственно распределенной информации и охватывает полный цикл ввода, хранения, преобразования, анализа, моделирования, прогноза и визуального представления данных о природных процессах и полях, эволюционирующих в пространстве и во времени.

Свое развитие геоинформационная технология начинает с середины 60-х годов, когда была разработана Канадская ГИС, до сих пор остающаяся одной из наиболее эффективных систем для обработки больших массивов пространственной информации. В 60-х годах ГИС разрабатывались в основном в США и Канаде. Как правило, все эти ГИС разрабатывались по заказу и были ориентированы на запросы конкретного потребителя. Итог этому периоду развития геоинформацион-

ной технологии был подведен в двухтомной монографии [11], изданной в 1972 г. Международным географическим союзом (МГС) и содержащей систематическое изложение всех технических и методических вопросов разработки ГИС.

В 70-х годах технология ГИС начинает интенсивно развиваться и в европейских странах – Швеции, ФРГ, Нидерландах, Франции и других. В этот период основное внимание исследователей уделялось развитию математического обеспечения ГИС. Стали появляться универсальные системы общего назначения, не требующие доработки или настройки со стороны пользователей. В 1980 г. комиссией МГС был издан трехтомный справочник, который содержал краткое описание разработанных к тому времени ГИС и программ, охватывающих все разделы математического обеспечения, разработки и функционирования геоинформационных систем [12]. В 80-е годы развитие методов проектирования и аппаратно-программной реализации геоинформационных систем обуславливалось главным образом прогрессом и достижениями в области вычислительной техники и, в частности, широким распространением мини- и микро-компьютеров.

Анализ большого числа существующих за рубежом ГИС (см., например, [13–16]) показал, что наибольшее распространение геоинформационная технология получила при решении задач, связанных с оценкой и управлением земельными, минеральными, водными, растительными ресурсами, когда информация может быть эффективно параметризована и представлена на плоскости в картографическом виде. Это объясняется рядом причин, в том числе факторами исторического развития геоинформационной технологии. Дело в том, что исторически предшественниками ГИС были системы автоматизированного картографирования, и поэтому геоинформационная технология первоначально получила распространение именно в тех отраслях, где традиционно использовалось картографическое представление данных. В этих системах географические объекты или группы объектов представляются в двумерном виде, который легко может быть реализован при формировании картографического изображения.

В то же время при решении многочисленных задач, связанных с экологическим мониторингом атмосферы, когда изучаемые процессы и объекты имеют трехмерный характер и пренебрежение одной из координат ведет к существенному искажению получаемых результатов, значительный потенциал геоинформационной технологии до сих пор в полной мере не реализован. Одной из причин этого является отсутствие методов описания сложных атмосферных процессов, протекающих вблизи земной поверхности и комплексных математических моделей для оценки пространственного распределения и эволюции загрязняющих примесей, поступающих в атмосферу от различных источников загрязнения.

Вместе с тем дальнейшее развитие средств наблюдений за загрязнением воздушной среды (и в первую очередь систем лазерного зондирования), углубление знаний в области моделирования атмосферных процессов в условиях антропогенного воздействия, наличие богатого потенциала геоинформационной технологии, а также практические требования со стороны служб экологического контроля и охраны окружающей среды, позволяет включить в повестку дня вопрос о разработке принципов создания и структуры специализированных систем, предназначенных для экологического мониторинга воздушного бассейна ограниченных территорий. Об этом и пойдет речь в следующих разделах настоящей статьи.

3. Общие принципы создания региональной геоинформационной системы мониторинга атмосферных загрязнений

Как правило, под экологическим мониторингом атмосферы понимается непрерывный процесс слежения (контроля) за состоянием загрязнения воздушной среды в исследуемом районе, регистрации и обработки данных измерений, оперативной оценки и прогноза уровня загрязнения, проведенных на их основе, и представления полученных результатов в виде и форме, удобной для потребителя. Из этого следует, что проблема обработки данных атмосферно-экологических наблюдений, оперативного оценивания и прогноза уровня загрязнения воздушной среды является одной из ключевых проблем комплексного мониторинга атмосферы (в том числе и на региональном уровне) и требует для своей реализации не только разработки соответствующего программно-алгоритмического обеспечения, но и создания современной автоматизированной информационной системы, позволяющей осуществить эффективную интеллектуальную поддержку решения поставленных задач.

Анализ современных исследований, проведенных в данной предметной области, показал, что, несмотря на ряд имеющихся научно-методических публикаций и коммерческих пакетов программного обеспечения (см., например, [17 – 19]), до сих пор еще нет, исключая опытный образец системы АСКЗА-АГ [9], стандартной автоматизированной информационной системы экологического мониторинга. Что же касается АСКЗА-АГ, то данная система, включающая в свой состав информационно-вычислительный комплекс, предназначенный для оперативного оценивания уровня загрязнения атмосферы на территории крупных городов, имеет ограниченные функции и не соответствует в полной мере требованиям сегодняшнего дня.

Подобное состояние разработок в области создания специализированных АИС учитывалось авторами при выработке общих принципов проектирования региональной информационной системы мониторинга атмосферных загрязнений.

По нашему мнению, эта система должна базироваться на идеях и методах геоинформационной технологии и удовлетворять следующим основным требованиям:

1) геоинформационная система мониторинга атмосферных загрязнений должна иметь региональный характер и отражать специфику эволюции атмосферных и экологических процессов в пределах исследуемого физико-географического района;

2) создаваемая ГИС должна представлять широкие возможности для интегрирования и комплексной обработки разнородной информации, оперативно поступающей от различного типа измерительных систем и получаемой с помощью разных (контактных и дистанционных) методов наблюдения;

3) информационно-программные средства, требуемые для решения задач атмосферно-экологического мониторинга, должны включать в свой состав комплекс информационных баз, содержащих данные о фоновом состоянии атмосферы (включая сведения о концентрациях вредных примесей) и источниках ее загрязнения, а также некоторый <математический полигон>, включающий совокупность моделей различного типа (гидродинамических, физико-статистических, фотохимических), необходимых для объективной оценки уровня загрязнения и его эволюции на контролируемой территории;

4) геоинформационная система регионального экологического мониторинга атмосферы должна иметь распределенную конфигурацию, основой которой является вычислительная сеть, обеспечивающая оперативное взаимодействие центральной рабочей станции, находящейся в центре обработки информации, с удаленными измерительными системами;

5) системная архитектура региональной ГИС атмосферного экологического мониторинга должна обеспечивать реализацию многопользовательского режима доступа к ресурсам системы, представлять возможность высокопроизводительной обработки информации и решения целевых задач, а также поддерживать модульный принцип построения геоинформационной системы, позволяющей беспрепятственно проводить последующую интеграцию в нее дополнительных информационных и программных модулей;

6) ГИС регионального экологического мониторинга атмосферы должна предусматривать в своей системной архитектуре блок экспертных систем (подсистему автоматизированного принятия решений), обеспечивающих мощную интеллектуальную поддержку многочисленным задачам, связанным с оперативным анализом сложных экологических ситуаций, оценкой возможных последствий различных сценариев их развития и принятием обоснованных решений по минимизации нанесенного ущерба населению и компонентам окружающей среды;

7) геоинформационная система регионального экологического мониторинга атмосферы должна быть способной к интегрированию в автоматизированные информационные системы более высокого уровня (вплоть до общегосударственного или даже глобального уровней).

Все эти постулаты были приняты во внимание при разработке структуры и функций региональной геоинформационной системы экологического мониторинга атмосферы.

4. Структура и основные функции региональной геоинформационной системы экологического мониторинга атмосферы

Как указывалось выше, одним из основных требований к структуре данной системы является наличие ее распределенной конфигурации (рис. 1). Как видно из рисунка, центральным элементом предложенной конфигурации является рабочая станция (типа VAX, HP Apollo или Sun Microsystems), которая с помощью вычислительно-информационной сети регионального уровня

соединена с рядом микрокомпьютеров, которые, в свою очередь, связаны с измерительными системами и датчиками. Микрокомпьютеры нижнего уровня обеспечивают сбор результатов измерений на контролируемой территории, преобразование поступающей информации к стандартному виду и ее первичную обработку. Затем эти данные с помощью сетевых средств передаются рабочей станции для хранения и последующей обработки более высокого уровня.

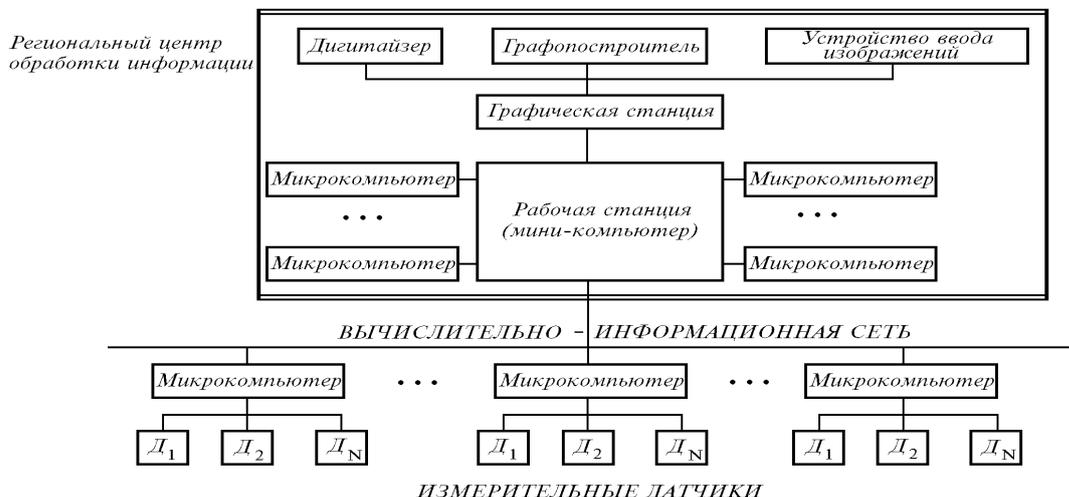


Рис. 1. Сетевая структура региональной геоинформационной системы экологического мониторинга атмосферы

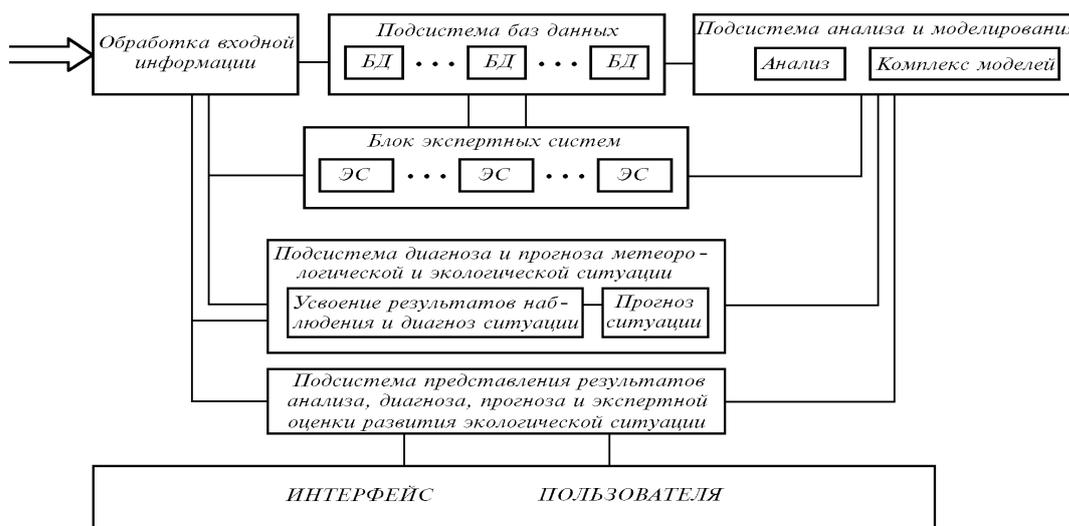


Рис. 2. Блок-схема региональной геоинформационной системы экологического мониторинга атмосферы

Рабочая станция должна находиться, по нашему мнению, в региональном центре мониторинга природной среды или в учреждении, исполняющем аналогичные функции. Доступ к информации, поступающей в ходе экологического мониторинга атмосферы, обеспечивается в интерактивном многопользовательском режиме с применением локальной вычислительной сети. При этом в одном из узлов локальной сети предлагается разместить графическую станцию на вычислительной микроплатформе, которая обеспечивала бы весь набор функций ввода картографической и видеoinформации, а также позволяла получать <твердые> копии картографических изображений с использованием графопостроителя или аналогичных устройств.

Рассмотрим теперь основные функции, которые должна реализовывать региональная геоинформационная система экологического мониторинга атмосферы, исходя из поставленных перед ней задач. Для этого обратимся к блок-схеме системы, которая представлена на рис. 2.

Как видно из рисунка, система реализована в виде ряда модулей (подсистем), каждый из которых выполняет специфический набор функций.

1. Подсистема обработки входной информации:

- пространственное кодирование, редактирование, преобразование и запись результатов экологического мониторинга атмосферы в требуемых форматах;
- интерактивный ввод, редактирование и преобразование картографической информации в цифровую форму;
- интерактивный ввод, редактирование и обработка изображений аэрозольных образований (дымовых шлейфов и т. п.), метеорологических объектов и явлений, а также подстилающей поверхности.

2. Подсистема информационных баз данных:

- архивация данных и организация эффективного доступа к пространственно распределенной информации о физическом состоянии атмосферы и подстилающей поверхности, поступающей в процессе мониторинга, а также к данным об источниках загрязнения воздушной среды (их расположении, мощности, составе выбрасываемых примесей и т.п.);
- организация эффективного манипулирования пространственными данными (преобразование из растрового формата в векторный и обратно, генерализация, изменение масштабов, проекций и систем координат, изменение пространственных элементов, оверлей (совмещение картографических изображений) и т.п.).

3. Подсистема анализа и моделирования:

- многомерный статистический анализ экологофизической информации, поступающей от пространственно распределенных датчиков;
- имитационное моделирование на основе комплекса моделей, отражающих закономерности формирования и эволюции экологического состояния атмосферы на региональном уровне;
- картографический анализ и моделирование пространственных процессов и структур в атмосфере.

4. Подсистема решения задач экологического мониторинга атмосферы:

- усвоение поступающей информации и оценка уровня текущего загрязнения атмосферы по данным измерений;
- прогноз эволюции атмосферных загрязняющих примесей, проводимый с различной заблаговременностью на основе комплекса прогностических (гидродинамических, физикостатистических и фотохимических) моделей;
- оценка точности прогноза уровня загрязнения атмосферы с использованием данных независимых наблюдений.

5. Подсистема логического анализа и вывода (блок экспертных систем):

- организация хранения и эффективного доступа к имеющимся знаниям в области исследования атмосферных и экологических процессов, определяющих уровень и эволюцию загрязнения воздушной среды;
- получение новых знаний с использованием механизма вывода и дружественного интерфейса;
- приобретение новых, а также модификация и дополнение имеющихся знаний;
- интеллектуальная поддержка процедур обработки и анализа поступающей разнородной информации, диагноза и прогноза процессов загрязнения атмосферы, а также выработки оперативных решений по обеспечению безопасности населения в случае возникновения сложной экологической обстановки.

6. Подсистема представления результатов:

- визуализация результатов анализа, моделирования, диагноза и прогноза физических характеристик и загрязняющих примесей атмосферы;
- организация вывода графической и тематической картографической информации;
- генерация отчетов и организация вывода цифровой и текстовой информации.

Таким образом, предложенные выше структура и функции региональной геоинформационной системы позволяют обеспечить эффективное решение стоящих перед нею задач комплексного экологического мониторинга атмосферы, а в дальнейшем и подстилающей поверхности, на территории промышленной зоны или крупного индустриального центра.

5. Некоторые аспекты применения геоинформационной технологии при создании автоматизированной системы лазерного экологического мониторинга воздушного бассейна индустриального центра

В [7, 8] показано, что проблема экологического мониторинга воздушного бассейна на ограниченных территориях (например, индустриального центра) не может быть успешно решена без применения автоматизированных систем лазерного зондирования атмосферы, обеспечивающих оперативное получение с большим пространственно-временным разрешением данных о состоянии и динамике развития загрязнения атмосферного воздуха в пограничном слое.

Естественно, что при ведении экологического мониторинга воздушного бассейна индустриального центра с использованием систем лазерного зондирования возникает, как и в случае с региональным мониторингом, целый ряд трудностей, связанных с интеллектуальной поддержкой решения возникающего при этом комплекса прикладных задач (обработка данных измерений, оценка процессов локального загрязнения, объективное отображение исследуемых процессов и полей и т.п.), которые не могут быть полностью преодолены без использования методов геоинформационной технологии.

Следует подчеркнуть, что использование этой технологии в системе лазерного мониторинга атмосферных загрязнений представляет собой частный случай более общей концепции, предполагающей использование принципов и методов геоинформатики в системах регионального экологического мониторинга. При этом, в связи с объемным (а не площадным) оцениванием процессов загрязнения атмосферы и большим пространственным разрешением данных, получаемых с помощью лидарных систем, локальная ГИС экологического мониторинга воздушной среды должна иметь дополнительно в своем составе не только картографическую информационную базу, но и средства трехмерного отображения исследуемых процессов и полей. Поскольку пространственно-временное разрешение систем лазерного зондирования атмосферы (в случае их наземного базирования) соответствует, как правило, процессам микро- и мезомасштаба, картографическая база должна содержать <слои>, обеспечивающие построение тематических карт масштаба от 1:2000 до 1:2000 000. Кроме того, для адекватной оценки уровня загрязнения воздушного бассейна на контролируемой территории в период проведения лидарных измерений локальная ГИС должна обеспечивать возможность оперативного получения синоптической информации и данных о мезометеорологических процессах соответствующего масштаба.



Рис. 3. Блок-схема локальной ГИС лазерного экологического мониторинга атмосферы

С учетом сказанного минимальная конфигурация геоинформационной системы локального экологического мониторинга, представленная на рис. 3, должна содержать ряд подсистем, таких как:

1. *Подсистема обработки входной информации* обеспечивает:
 - интерактивный ввод, редактирование и преобразование картографической информации в цифровую;
 - пространственное кодирование, преобразование и запись в требуемых форматах экспериментальных данных, полученных от лидарных и других систем зондирования и прошедших предварительную обработку;
 - ввод и редактирование оперативной и прогностической информации, поступающей по каналам связи и из других источников.
2. *Подсистема баз данных* является одной из ключевых и содержит следующие БД: картографическую, результатов лидарного зондирования, вспомогательных экспериментальных наблюдений, оперативной (прогностической) информации, климатических данных и ряд дополнительных БД, причем функциями этой подсистемы являются преобразование, архивация и организация эффективного доступа к пространственно-распределенной информации о концентрациях загрязняющих примесей, а также климатическом, текущем и будущем состоянии атмосферы и подстилающей поверхности.
3. *Подсистема моделирования* обеспечивает системный характер анализа экспериментальных данных и включает в свой состав два комплекса математических моделей (статистических и имитационных), предназначенных для исследования стохастических свойств и физических закономерностей, определяющих динамику развития процессов атмосферного загрязнения и комплекс специальных моделей, обеспечивающих картографический анализ и моделирование, а также преобразование пространственных данных (генерализация, изменение масштаба, проекций и систем координат, измерение пространственных элементов и т. п.).
4. *Подсистема диагноза* предназначена для усвоения поступающей по каналам связи и из других источников оперативной информации, анализа этой информации и диагноза состояния атмосферы и уровня атмосферных загрязнений на контролируемой территории (при отсутствии региональной модели атмосферы и мезомасштабной модели процессов загрязнения диагноз может осуществляться синоптическими методами).
5. *Подсистема представления результатов* обеспечивает:
 - визуализацию результатов анализа, моделирования и диагноза уровня загрязнений атмосферы;
 - вывод графической и тематической картографической информации;
 - генерацию отчетов и вывод текстовой информации.

Интерфейс пользователя, входящий в состав ГИС, обеспечивает интерактивный режим работы с системой.

Техническое обеспечение локальной ГИС лазерного экологического мониторинга должно содержать, наряду с персональным компьютером типа IBM PC / AT-386 / 486 с графическим дисплеем, также принтер, сканер, дигитайзер и графопостроитель.

В заключение отметим, что в случае дальнейшего развития работ в данном направлении предложенный вариант ГИС может стать основой для создания систем сверхкраткосрочного прогноза (наукастинга) состояния атмосферы и подстилающей поверхности на базе комплекса средств ДЗ, включающего лидары, содары, радары и другие измерительные системы.

1. Белов П.Н.// Вестник Московского университета. Сер. 5. География. 1990. N 5. С. 16 –24.
2. Уорк К., Уоркер С. Загрязнение воздуха. Источники и контроль. М.: Мир, 1980. 540 с.
3. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 560 с.
4. Семенченко Б.А., Белов П.Н. Метеорологические аспекты охраны природной среды. М.: Изд-во МГУ, 1984. 95 с.
5. Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 272 с.
6. Антропогенные изменения климата / Под ред. М.И. Будыко и Ю.А. Израэля. Л.: Гидрометеиздат, 1987. 403 с.
7. Зуев В.В., Зуев В.Е. Лазерный экологический мониторинг газовых компонент атмосферы. Итоги науки и техники. Серия метеорология и климатология. Т. 20. М.: ВИНТИ, 1992. 182 с.
8. Зуев В.Е., Зуев В.В. Дистанционное оптическое зондирование атмосферы. С.-Петербург: Гидрометеиздат, 1992. 232 с.
9. Владимиров А.М., Ляхин Ю.А., Матвеев Л.Т., Орлов В.Г. Охрана окружающей среды. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 424 с.

10. Федеративная целевая комплексная научно-техническая программа <Экологическая безопасность России (1993–1995гг.)>. М.: Зеленый мир. Спецвыпуск, декабрь 1992г. С. 3–14.
11. Geographical Data Handling / Ed. R.F. Tomlinson // Publ. IGO. Ottawa, 1972, V. 1, 631 p., V. 2, 649 p.
12. Computer Software for Spatial Data Handling / Ed. D.F. Marble // Ottawa, 1980. V. 1 –3.
13. Zobrist A.L., Bryant N.A. //Mach. Bocess. Remote Sens. Data Spec. Emphas. Crop. Invent. and Monit. 8-th Int. Symp., West Lafayette, Ind., July 7 – 9, 1982. New York, 1982. P. 557 – 562.
14. Schultink G. / Can. J. Remote Sens. 1984. V. 9. N 1. P. 4 – 18.
15. Best R.G., Westin F.C. / Pecora 9-th Symp. Spat. Inf. Technol. Remote Sens. Today and Tomorrow, Sioux Falls, S. D., 2 – 4 Oct., 1984. Proc. // Silver Spring, Md. 1984. P. 70 – 74.
16. Shore W.G., Paulson R.W. // IAHS Publ. 1986. N 160. P. 13 – 21.
17. Марчук Г.И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды. М.: Наука, 1982. 320 с.
18. Пененко В.В., Алоян А.Е. Модели и методы в задачах охраны окружающей среды. Новосибирск: Наука, 1985. 256 с.
19. Новиков А.Н., Браславская В.К., Заводнин В.В. Пакет прикладных программ оценивания и прогнозирования процессов загрязнения атмосферы. Труды Четвертой международной научно-технической конференции <Проблемы комплексной автоматизации>. Киев, 17 – 20 октября 1990 г. Секция 3. Оценивание состояния и параметров динамических систем, обработка данных измерений. Киев, Киевский политехнический институт, 1990. С. 138 – 142.

Институт оптики атмосферы
СО РАН, Томск

Поступила в редакцию
30 июня 1993 г.

V.E. Zuev, V.S. Komarov, A.N. Kalinenko, and S.A. Mikhailov. **Geoinformation – Based Approach to Creation of Automated Systems for Regional and Local Monitoring of Atmospheric Pollutions.**

In this paper we analyze basic principles of using the geoinformation – based technology in problems of the ecological monitoring of the atmosphere on a regional and local scales. The arrangement and functional capabilities of a geoinformation – based system of ecological monitoring of the atmosphere are discussed. Some principles of using the geoinformation – based technology in processing data of lidar sounding of the atmosphere taking into account conditions of anthropogenic pollution of the atmosphere are also considered in the paper.