



УДК 502.5

Бочаров В.Л., Спиридонов Е.Г., Жердев В.Н.

## НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕТОДОЛОГИИ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ

Геоэкологический мониторинг, являющийся подсистемой функционального мониторинга окружающей среды, особенно эффективен на уровне муниципальных образований. Основные методологические принципы геоэкологического мониторинга – принцип системности, принцип специфичности объекта воздействия, принцип оптимизации описания объекта, принцип аналогии, принцип ведущего фактора. Муниципальный подход позволяет обосновать прогнозные экспертные оценки экологической ситуации на основе мониторинга и целенаправленно и оперативно разрабатывать стратегию принятия адекватных решений органами экологического контроля и здравоохранения.

Мониторинг (М) – контроль, оценка, прогноз и управление состоянием окружающей среды в связи с хозяйственной деятельностью человека. Различают три главные ступени М.: глобальный биосферный; региональный геосистемный, или природохозяйственный; локальный биоэкологический, или медико-экологический. В России и других странах созданы специализированные станции М., наблюдения ведутся также в биосферных заповедниках. В основу теоретических исследований положены труды В.И.Вернадского, А.И.Воейкова, В.В.Докучаева, В.Р.Вильямса, А.Н.Костякова и других ученых.

Наиболее значимые проблемы мониторинга окружающей среды рассматриваются в исследованиях Ю.А.Израэля, И.П.Герасимова, Б.В.Виноградова, В.М.Федорова, В.Д.Ковды, В.И.Гридина, В.И.Акорвецкого, К.Я.Кондратьева, Н.З.Малашенко, Л.И.Кулешова, Ш.И.Литвака, Б.И.Кочурова, В.Н.Родионова, П.Р.Поповича, Г.Н.Василенко, Ю.Н.Зборищука, В.А.Королева и др.

О возможностях практического подхода к решению задач многоцелевого мониторинга свидетельствуют исследования В.Н.Жердева, С.Д.Дегтярева, П.С.Русинова (мониторинг земель), В.Л.Бочарова, В.М.Смолянинова (геоэкология), В.Н.Золоторева, А.В.Назаренко, Т.Н.Задорожной (синоптическая метеорология и аэроэкология) и др.

Обзор региональных медико-экологических исследований, являющихся составной частью геоэкологического мониторинга, проведенных в различных по природно-климатическим и социально-экономическим условиям городах, свидетельствует о перспективности геоэкологического подхода к анализу состояния здоровья населения, прежде всего, детей. На основе обобщения многочисленных экспериментальных данных в основных чертах сформулированы общие методические принципы территориального медико-экологического анализа: 1) приоритетность эпидемиолого-статистических

методов анализа медико-статистических данных, закономерности пространственно-временной динамики которых проявляются лишь в больших по численности населения группах; 2) региональная специфика взаимосвязей состояния здоровья населения и качества окружающей среды; 3) необходимость учета порогов воздействия и эффекта суммации вредных факторов риска. Репрезентативным периодом обследования считается 3-5 – летний временной интервал. Все шире внедряются бальные оценки в анализ экологического состояния и оценку комфортности городской среды.

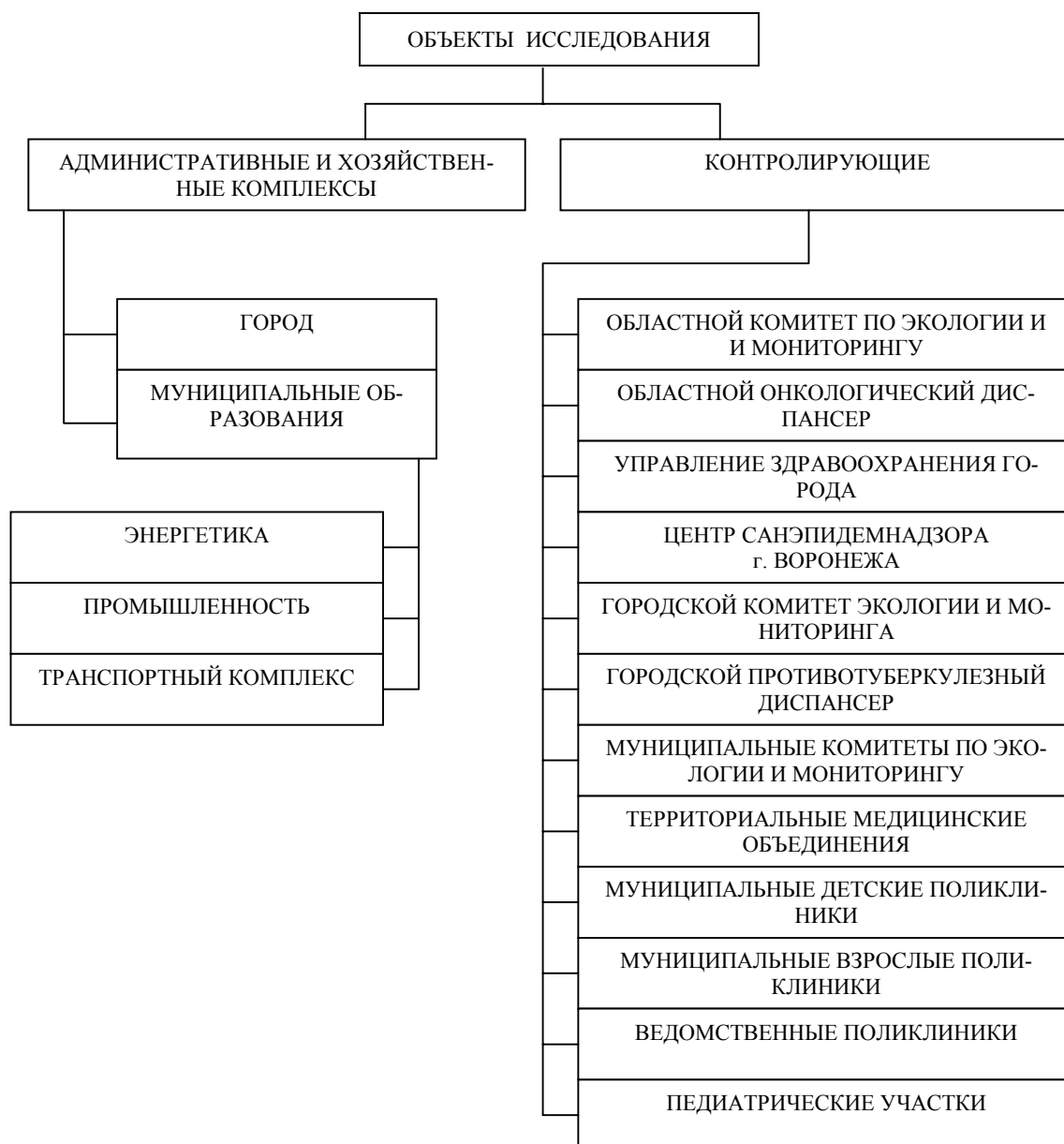
Из общей постановки задач мониторинга состояния окружающей среды можно сформулировать специфический перечень задач создаваемого медико-экологического мониторинга, являющегося подсистемой геоэкологического мониторинга окружающей среды:

- разработка концептуальной модели, методов и алгоритмов системы оценки и прогнозирования медико-экологической ситуации на основе мониторинга с реализацией в практике здравоохранения муниципального образования на базе современных информационных технологий (автоматизированных систем);

- системный анализ организационной и функциональной структуры службы медико-экологического мониторинга в части интеграции отдельных компонентов мониторинга в единую систему учета, прогнозирования и управления факторами, влияющими на медико-экологическую ситуацию;

- управление медико-экологической ситуацией на основе информационных технологий управления (ИТУ), как составной части автоматизированной системы медико-экологического мониторинга;

- формирование структуры и разработка алгоритмов функционирования машины логического вывода (системы принятия решений) для управления факторами, влияющими на медико-экологичес-



**Рис.1. Объекты исследования геоэкологического мониторинга приземного слоя атмосферы и контролирующие органы медико-экологического мониторинга (использованы данные [1,2,10,15,17]).**

кую ситуацию, на основе перспективной и текущей информации;

- разработка и ведение автоматизированной информационно-справочной подсистемы медико-экологического мониторинга и ИТУ, включающей взаимосвязанную базу знаний медицинского и экологического характера, элементы искусственного интеллекта и автоматизированные экспертные системы;

- научная поддержка и обоснование эффективных методов прогнозирования развития медико-экологической ситуации, принципов формирования муниципальной программы, обеспечивающей организацию лечебно-профилактических и методических мероприятий.

Оценка риска здоровью человека, который обусловливается загрязнением окружающей среды,

является в настоящее время одной из важнейших медико-экологических проблем, решение которой потребовало создания информационного фонда медико-экологического мониторинга в виде автоматизированных баз данных и разработки концептуальной модели исследуемой предметной области, определяющей перечень необходимых показателей и структуру информационных потоков с указанием взаимосвязей между ними (рис.1).

Методологические подходы к анализу состояния здоровья населения с учетом экологического состояния окружающей среды связаны с применением общей теории систем и оценочными экологическими исследованиями в гигиене, эпидемиологии и медицинской географии. При этом в качестве основного системообразующего фактора признается заболеваемость населения, а все остальные условия,

в том числе и показатели деятельности сети здравоохранения, рассматриваются как параметры, воздействующие на здоровье населения.

Осуществляя региональные медико-экологические исследования в методическом плане необходимо во-первых, четко определить методику получения репрезентативных данных (контингенты обследуемого населения, экологические факторы среды, подбор факторов риска, выбор пространственных и временных единиц для анализа); во-вторых, - формализовать и стандартизировать базу исходных параметров, а также применить наиболее адекватные методы обработки данных, позволяющие однозначно интерпретировать результаты. В настоящее время уже очевидно, что количественные методы описательных, но необходимы для получения информативных и объективных результатов.

В решении данной проблемы среди множества аспектов ее реализации, по крайней мере, два вопроса заслуживают особого внимания:

1) принципы формирования базы входных данных о состоянии здоровья населения и экологических факторов среды (факторов риска повышения заболеваемости); 2) организационно-техническая основа муниципального мониторинга здоровья населения, эффективность которого во многом зависит от грамотного применения современных компьютерных информационных технологий [13,18].

### Научно-методические основы мониторинга

Согласно сложившимся представлениям мониторинг "среда-здоровье" (медико-экологический мониторинг) определяется как система организационно-технических и профилактических мероприятий, обеспечивающих наблюдение за состоянием среды обитания, здоровья населения, их оценку и прогнозирование, а также действий, направленных на выявление, предупреждение и устранение влияния вредных факторов обитания (факторов риска) на здоровье населения.

Факторы риска – это условия окружающей среды, существенно повышающие риск возникновения заболевания населения. По мнению большинства отечественных и зарубежных экспертов Всемирной организации здравоохранения, здоровье человека и его заболеваемость определяется, по крайней мере, четырьмя группами факторов, взаимодействующих в следующем соотношении: 1) медико-генетическим (20%), 2) образом жизни и качеством питания (50%), 3) состоянием окружающей среды (20%), 4) уровнем развития здравоохранения (10%). Вопросы количественной оценки вклада каждой группы факторов в общую структуру заболеваемости населения важны, так как определяют объем и специфику профилактических мероприятий.

Методология выявления связей в системе "среда-здоровье" базируется обычно на следующих принципах.

1. При оценке воздействия окружающей среды на здоровье населения наиболее часто в качестве основного параметра выбирают заболеваемость детского населения. Детский контингент – своеобразная индикаторная группа, отражающая реакцию коренного населения на вредные воздействия факторов среды. Целесообразность учета детской заболеваемости определяется тем, что дети в меньшей степени, чем взрослые, подвержены внутригородской миграции. Они теснее привязаны к территории, на которой живут и учатся, не испытывают непосредственного влияния профессиональных вредных привычек. Кроме того, из-за анатомо-физиологических особенностей дети более чувствительны к качеству среды обитания, а сроки проявления неблагоприятных эффектов у них короче. Это повышает достоверность медико-статистических исследований, позволяет делать более объективные выводы об экологической обусловленности заболеваний [12,20].

2. В подавляющем большинстве случаев в связи с загрязнением окружающей среды наблюдается однотипная структура изменения показателей здоровья детей. Например, отклик организма на уровень атмосферного и почвенного загрязнения среды в порядке убывания образует ряд: а) иммунологическая реактивность; б) острые заболевания органов дыхания аллергического характера; в) отклонения от нормы функциональных и физиологических показателей - нарушение гармонического физического развития, увеличение числа лейкоцитов в крови при снижении гемоглобина (анемия); г) рост хронических заболеваний; д) увеличение частоты врожденных аномалий, новообразований, болезни крови, системы кровообращения, реагирующих на качество среды обитания [5,14].

3. Среди геоэкологических факторов риска здоровью горожан обычно выделяют уровень атмосферного загрязнения, качество питьевой воды, почвы, архитектурно-планировочную структуру городского пространства, определяющие комфорт жизнеобеспечения и являющиеся предметом контроля соответствующих мониторинговых природоохранных и гигиенических ведомств [3,4,19,21].

### Геоэкологические подходы в современной урбоэкологии

Основой научно-прикладных исследований в современной урбоэкологии в связи с изучением воздействия факторов городской среды на здоровье населения является концепция факторов риска.

Согласно данным литературы около 18-20 % заболеваний населения связано с воздействием факторов окружающей среды. Все возрастающее количество конкретных региональных исследований позволяет проследить некоторые общие закономерности корреляционных связей между качеством среды обитания и заболеваемостью населения.

Одним из ведущих показателей техногенной нагрузки на городское население, по мнению

Н.С.Касимова с соавторами [11,21], следует считать коэффициент эмиссионной нагрузки – количество выбросов в атмосферу от стационарных источников, приходящихся в год на 1 жителя.

Корреляционные связи детской заболеваемости с качеством среды обитания, прежде всего, уровнем загрязнения городских ландшафтов, статистически подтверждены в ряде отечественных и зарубежных региональных исследований.

В монографии "Экогеохимия городских ландшафтов" [21], на примере различных городов от Заполярья до Северо-Кавказских курортов, а также Польши и Монголии, показаны связи качества сельскохозяйственной продукции и заболеваемости населения с загрязнением городской среды тяжелыми металлами, полициклическими ароматическими углеводородами. Например, в г. Москве отмечается опасная эколого-геохимическая обстановка в Восточном административном округе, в местах концентрации автомагистралей, железных дорог и промышленных зон. В Норильске рост заболеваний населения наблюдается вблизи промышленных зон, где накопление токсикантов в природной среде на 2-3 порядка выше фонового. Анализ медико-экологической обстановки в г. Магнитогорске (центре черной металлургии) показал наличие высоких и достоверных корреляций между раком легкого, заболеваемостью органов дыхания и степенью техногенной нагрузки, определяемой по уровню загрязнения атмосферного воздуха. Так, в экологически опасных районах города с повышенным загрязнением атмосферного воздуха заболеваемость раком легкого составила у женщин и мужчин 31,3-72,6 случаев на 100 тысяч населения, а в условно чистых районах – 8,9 и 39,8 случаев соответственно.

В г. Томске наблюдаются достоверные корреляции между детскими болезнями органов дыхания, крови, печени, нервной системы и содержанием тяжелых металлов в почве. Сделан вывод об "экологической обусловленности" данных групп болезней, отражающих накопление ксенобиотиков в организме при аэрогенном поступлении или с пищей. Физиологически более стабильными являются сердечно-сосудистая, костно-мышечная, эндокринная системы организма, не испытывающие прямого воздействия экологических факторов.

На примере Закамска – одного из городов-спутников Перми – установлена сильная зависимость между общей детской заболеваемостью и содержанием в атмосфере угольной пыли; болезнями нервной системы и количеством фтористых соединений в воздушной среде; болезнями кожи и концентрацией пыли предприятий горно-шахтного машиностроения; аллергическими болезнями кожи и окисью марганца. Выявлены достоверные корреляции между бронхиальной астмой, анемией и пылью синтетических моющих средств; между анемией, болезнями органов пищеварения, врожденными пороками и фтористыми соединениями в ряде районов города.

В крупных промышленных центрах на основе выборочно-статистического обследования отмечена тенденция ухудшения здоровья детей на фоне роста атмосферного загрязнения фенолом, формальдегидом [12].

В районах с устойчивым превышением нормативов ПДК в 2-3 раза (в промзоне вблизи ТЭЦ и ряда крупных предприятий химического профиля) достоверно выше заболеваемость детей по болезням мочеполовой сферы, кожи, органов дыхания; врожденным аномалиям. Наблюдается положительная корреляция средней степени между общей детской заболеваемостью и концентрацией хлоридов, сульфатов в питьевой воде [6,11].

В приморском городе Новороссийске Краснодарского края уровни онкологической смертности населения коррелируют со степенью общей техногенной нагрузки, определяемой по количеству и мощности промышленных предприятий в различных районах города, классу их вредности, объемам выбросов вредных веществ, интенсивности транспортных потоков [12]. В участках города с максимальным промышленным прессингом (в зоне воздействия цементных заводов) выше удельный вес рака легкого и рака желудка среди других локализаций рака у умершего населения. Отмечена роль неблагоприятной розы ветров, вызывающей снос вредных выбросов цементных заводов преимущественно в центральную часть города на жилые кварталы. Наблюдается тенденция увеличения случаев онкологической смертности на пониженных участках города, где могут осаждаться вредные примеси.

В ряде исследований [7,11,12] показано, что в современных промышленных городах ведущим загрязнителем природной среды является атмосферный воздух, качество которого влияет на уровень заболеваемости населения болезнями органов дыхания, эндокринными, нервными заболеваниями, а также болезнями органов пищеварения. С помощью методов математического моделирования установлены достоверные сдвиги в функциональном состоянии организма и рост хронических заболеваний детей в городах с неблагоприятным эколого-гигиеническим фоном. Аналогичные результаты о зависимости заболеваний детей, прежде всего ОРВИ, бронхитами, пневмонией от уровня загрязнения атмосферного воздуха получены в гигиенических исследованиях урбанизированной зоны Южной Сибири [9,11].

В ряде работ, выполненных в г. Воронеже на основе выборочно-статистического метода с применением компьютерного анализа медико-экологических данных, показана зависимость состояния здоровья детей от качества окружающей среды. Так, в зоне обслуживания 8-й детской поликлиники Коминтерновского района города, где проживает около 10 тысяч детей, отмечена неблагоприятная ситуация по врожденным аномалиям и болезням крови. К ведущим факторам риска отнесены транспортная и промышленная нагрузки на окружающую среду, тип

застройки микрорайона, степень загрязнения почвы тяжелыми металлами [5,12]. Повышение общей хронической заболеваемости отмечено на участках с выровненным рельефом. Повышенной транспортной нагрузкой, минимальным искусственным озеленением и неблагоприятным типом застройки (чередование промышленных и жилых массивов без соблюдения размеров санитарно-защитных зон) объясняется рост заболеваний органов дыхания. На педиатрических участках вблизи крупнейших автомагистралей города увеличивается частота заболеваний нервной системы и органов чувств, а вблизи железнодорожного полотна растет заболеваемость по болезням органов пищеварения и мочеполовой системы. Кроме того, участки с неблагоприятной застройкой и повышенным содержанием в почве свинца отличаются увеличением частоты новообразований у детей; увеличение концентраций хрома в почве происходит параллельно с нарастанием числа врожденных аномалий.

На основе сопоставления уровня загрязнения атмосферного воздуха и детской заболеваемости промышленных и условно чистых зон города установлена достоверная связь между запыленностью и загазованностью воздуха оксидами азота, серы, формальдегидом и заболеваемостью детей пневмонией и другими заболеваниями органов дыхания [5, 12].

По результатам исследований, выполненных рядом авторов в г. Воронеже, отчетливо выявляются неблагоприятные зоны. Так, Х.А.Джувеликян [7] отмечает статистическую связь роста загрязнения воздуха и частоту отклонений в развитии новорожденных, которые значительно чаще фиксируются в районе завода "Синтезкаучук" и ТЭЦ-1 по сравнению с районом агроуниверситета. Исследования, выполненные в промышленном Левобережье города, свидетельствуют об увеличении как у детей, так и у взрослых, проживающих вблизи промышленных массивов, новообразований, эндокринных заболеваний, холециститов, болезней органов дыхания [5,7]. Авторы выделяют экологически "зависимые" заболевания – ОРВИ, пневмонию, язву желудка, гастриты, гипертонию. Несмотря на определенную разрозненность, неполноту материалов по всему городу, различия в методиках анализа данных, затрудняющих сопоставление отрывочных сведений, по предварительным результатам в г. Воронеже выделяются по крайней мере два неблагоприятных района – вблизи промзоны Левобережного района (6, 3 детские поликлиники; 18 взрослая поликлиника) и в ряде жилых массивов вблизи промзоны Коминтерновского района (8 детская поликлиника; 11 взрослая поликлиника).

Конкретные эколого-гигиенические исследования, выполненные в ряде урбанизированных зон Воронежской области, свидетельствуют о корреляции детской заболеваемости с уровнем атмосферного и почвенного загрязнения. Например, в г. Россошь (один из крупнейших промышленных центров

области преимущественно химического профиля) наблюдается увеличение детской заболеваемости в районах города с повышенной концентрацией тяжелых металлов в атмосферной пыли [12]. Ранжированный ряд по степени опасности концентраций элементов следующий: молибден, кобальт, стронций, олово, титан, лантан, ванадий, свинец, медь, хром. Наиболее неблагоприятен эффект их суммации в пыли, вызывающей вероятное увеличение болезней органов дыхания, крови, мочеполовой системы и новообразований у детей. В г. Россошь, кроме того, отмечено экологическое значение ландшафтных условий, проявляющееся, в частности, в достоверном повышении уровней общей детской заболеваемости на возвышенных локальных участках песчаной надпойменной террасы рек Черная Калитва и Россошь со слабой естественной защищенностью грунтовых вод от загрязнения.

Сопоставление результатов оценки комфортности городской среды крупных промышленных центров показывает, что наименее комфортными являются района с высоким атмосферным загрязнением и неблагоприятным акустическим фоном вследствие высокой транспортной загруженности, повышенного техногенного прессинга [12].

Ситуация, по-видимому, усугубляется нерациональной планировкой (среднеэтажные жилые застройки преимущественно 50-60-х гг., размещаемые вблизи прозон) в сочетании с недостаточно развитой рекреационной инфраструктурой. Экологическое неблагоприятие таких районов вызывает ответный рост заболеваемости детей болезнями органов дыхания, крови, органов пищеварения, мочеполовой системы, увеличение частоты врожденных аномалий развития.

Наряду с детской заболеваемостью другим "индикатором" благополучия экологической обстановки в городах обычно считают онкологическую заболеваемость и смертность населения.

Считается, что воздействием факторов-канцерогенов обусловлено возникновение от 20 до 60%, а по некоторым данным – до 80% всех случаев заболеваний злокачественными новообразованиями. Обычно большую часть этих воздействий связывают с химическим загрязнением тяжелыми металлами – мышьяком, хромом, ртутью, свинцом, никелем – и углеводородами, бенз(а)пиреном [14]. Некоторые формы рака, например, желудка, чаще увязывают с характером почвы, воды и особенности питания.

Отмечена положительная корреляция онкологической заболеваемости и общего уровня урбанизации, плотности населения; наблюдается достоверная зависимость онкосмертности от уровня пестицидного загрязнения земель.

Региональные медико-географические и эпидемиологические исследования, проведенные в ряде промышленных городов, показали, что среди факторов риска онкологической заболеваемости и смертности наиболее значимыми являются общая

техногенная нагрузка территории (количество и мощность промышленных предприятий, класс их вредности, объемы выбросов вредных веществ в атмосферу), интенсивность транспортных потоков, планировка города в связи с розой ветров; причем повышенная техногенная нагрузка, видимо, провоцирует развитие прежде всего таких злокачественных новообразований, как рак легкого и рак органов пищеварения.

Обзор региональных медико-экологических исследований, проведенных в различных по природно-климатическим и социально-экономическим условиям городам, свидетельствует о перспективности геоэкологического подхода к анализу состояния здоровья населения, прежде всего детей. На основе обобщения многочисленных экспериментальных данных в основных чертах сформулированы общие методологические принципы территориального медико-экологического анализа: 1) приоритетность эпидемиолого-статистических методов анализа медико-статистических данных, закономерности пространственно-временной динамики которых проявляются лишь в больших по численности населения группах (закон "больших чисел"); 2) региональная специфика взаимосвязей состояния здоровья населения и качества окружающей среды; 3) необходимость учета порогов воздействия и эффекта суммации вредных факторов риска. Репрезентативным периодом обследования считается 3-5-летний временной интервал. Все шире внедряются балльные оценки в анализ экологического состояния и оценку комфортности городской среды.

При анализе медико-экологической обстановки в крупных городах обычно первостепенное внимание уделяют эколого-геохимической ситуации, гораздо реже в поле внимания исследователей включаются такие факторы как архитектурно-планировочная структура, развитие рекреационной инфраструктуры, характер озеленения, обводненность, рельеф и другие ландшафтно-экологические условия [13]. В итоге расчетные корреляции между заболеваемостью населения и качеством среды обитания зачастую не позволяют комплексно определить уровень комфортности для проживания населения и наметить необходимые оптимизационные меры.

### Компьютерные технологии и информационные системы в организации мониторинга

Анализ территориальных факторов риска повышения заболеваемости, построение моделей воздействия факторов среды на здоровье населения и комплексная оценка комфортности городской среды требуют принципиально иных методов накопления и аналитической обработки первичных данных. Такие возможности значительно расширяются в связи с внедрением мониторинговых подходов к слежению за состоянием здоровья населения и общей компьютеризацией здравоохранения, специализиро-

ванных природоохранных ведомств и служб экологического контроля. В сложившейся терминологии медико-экологический мониторинг можно рассматривать как составной блок комплексного геоэкологического мониторинга, основными задачами которого в условиях городской среды являются: 1) формирование банка данных о состоянии здоровья населения и состоянии окружающей среды контролируемой территории; 2) оценка медицинской и экологической ситуации в сравнении с принятыми нормативными критериями (санитарными и гигиеническими нормативами); 3) определение экологических факторов риска повышения заболеваемости, выделение "управляемых" факторов риска; 4) слежение за состоянием здоровья населения и качеством окружающей среды, прогноз неблагоприятных медико-экологических ситуаций; 5) медико-экологическое зонирование городского пространства (оценка комфортности условий жизни населения) и планирование оптимизационных мер в неблагоприятных зонах.

Мониторинговый подход к охране здоровья населения развивался параллельно с созданием систем мониторинга окружающей среды, внедрением автоматизированных геоэкоинформационных систем в практику природопользования, экологического контроля и природоохранные сферы деятельности в 70-80 гг. [9]. В этот период рядом ведущих отечественных и зарубежных научных учреждений было проведено обоснование организационных, информационных и технических аспектов реализации автоматизированных систем применительно к решению задач мониторинга окружающей среды. В ряде промышленно развитых стран Западной Европы (Швеции, Финляндии, Дании, Германии), а также США и Японии уже в начале 60-х гг. стали формироваться автоматизированные банки медицинских данных. На основе таких автоматизированных систем (их развитие было успешным благодаря существованию, например, в Скандинавских странах личного номера, однозначно идентифицирующего каждого человека) позднее начали формировать территориальные регистры рака, функционирующие сейчас во многих регионах и городах России, в том числе в Воронежской области [12,19,20].

Более сложной задачей оказалось формирование банков геоэкологических данных, взаимосвязанных с медицинскими регистрами. До настоящего времени этот процесс находился в стадии становления, причем, не столько из-за технических сложностей, которые сейчас успешно решаются на базе вычислительных сетей, сколько из-за ведомственной разобщенности медицинских и природоохранных служб. Определенную негативную роль сыграли и стратегические просчеты в информатизации отечественного здравоохранения за последние 15-20 лет. Основные недостатки в информатизации здравоохранения за этот период сводят к следующим положениям.

1. В результате "инерционности" управленческого звена информатизация здравоохранения на-

правлена в основном на решение задач обработки статистических показателей по типу "бухгалтерского учета". Крайне недостаточное внимание уделяется вопросам моделирования медико-демографических процессов в их взаимосвязи с геоэкологической, природно-ресурсной ситуациями. В отличие от отечественной практики в развитых странах мира интенсивно развивается подход, основанный на моделировании медико-экологических процессов, построении многофакторных моделей социально-экологической очаговости болезней. Внедряются компьютерные системы слежения за качеством среды обитания и состоянием здоровья населения.

2. В настоящее время отсутствует единый типовой подход к проектированию медицинских информационных систем; слабая типизация и отсутствие информационной совместимости медицинских и геоинформационных систем делает крайне затруднительной задачу формирования единых, интегрированных банков медико-экологической информации.

3. Негативную роль сыграла жесткая нормативная финансовая и кадровая база учреждений здравоохранения, исключающая любую структурно-функциональную перестройку в учреждении, связанную с внедрением новых технологий и перестройку потоков документооборота. В зарубежной практике эта проблема решалась созданием специальных поощрительных фондов за освоение новых технологий, увязывалась с уровнем квалификации и оплаты труда специалистов, обеспечивая материальную и моральную заинтересованность кадров в освоении компьютерных технологий.

Слабая разработка концепции информатизации здравоохранения в сочетании с общим низким медико-техническим потенциалом лечебных учреждений осложняется определенной изоляцией отечественной практики от мирового опыта разработки диагностических автоматизированных систем как в здравоохранении, так и в геоэкологии, гигиене. С проявлением на отечественном рынке современных IBM-компьютеров процесс создания профильных информационных систем, в том числе и в системе санитарно-эпидемиологического надзора, значительно ускорился. За последние 5-7 лет активно внедряются в практические отрасли автоматизированные системы управления экологической обстановкой в городе, функционирующие в г. Москве, г. Казани и ряде других крупных промышленных центров. Совершенствуются комплексные скрининговые системы автоматизированного обследования пациента, в последние годы делаются попытки создания многопрофильных городских служб типа "педиатрическая помощь" и других, построенных на основе мониторингового подхода к слежению за контролируемым объектом.

Конструктивная схема таких систем, ориентированных на реализацию задачи мониторинга окружающей среды и здоровья населения, видимо, должна проектироваться как система специальных

автоматизированных рабочих мест (АРМ) специалистов, осуществляющих сбор исходных данных, замыкающихся на центральную базу данных – головное звено управления ("файл-сервер"), т.е. строиться по иерархическому модульному принципу.

Таким образом, организационно-техническое обеспечение автоматизированной системы мониторинга здоровья городского населения наиболее целесообразно реализовывать в форме типового АРМа городского уровня управления (на базе городского центра Госсанэпиднадзора и других природоохранных и лечебно-профилактических ведомств). Центральная база данных должна содержать взаимосвязанные блоки медицинской, экологической информации, а также нормативно-справочные критерии (рис.2). Предпочтительнее формирование баз данных реляционного типа для IBM-совместимой компьютерной сети. Основными пространственными операционными единицами поискового анализа и последующего мониторинга здоровья населения должны выступать зоны обслуживания поликлиник, а в перспективе – медицинские округа или педиатрические участки. Максимальная детализация необходима для выявления локальных очагов заболеваний и провоцирующих их активность экологических факторов риска. В то же время слишком детализованная информация, сложные модели и алгоритмы вряд ли целесообразны, поскольку создают почву для проявления случайных процессов (излишняя детализация нарушает закон "больших чисел", обязательный в статистических исследованиях) либо не позволяют пользователю проникнуть в механизм функционирования управляемого объекта [18].

Функционирование АРМа в системе городского медико-экологического мониторинга должно обеспечивать достоверность, оперативность, достаточность используемой информации; экономичность эксплуатации; секретность и защиту информации от несанкционированного доступа; возможность аналитической обработки любых массивов, хранящихся в базе данных, математико-картографического моделирования и статистического прогнозирования контролируемых процессов в рамках имеющихся ограничений.

Анализ теоретических источников и методических подходов, применяющихся к оценке медико-экологической ситуации в промышленном городе, показывает, что современный технический уровень в сочетании с комплексным геоэкологическим подходом к изучению городской среды позволяет вполне успешно решать информационные проблемы регионального мониторинга здоровья населения. Среди основных параметров слежения, по-видимому, следует рассматривать детскую заболеваемость (в разрезе классов болезней и основных нозологических форм в соответствии с принятой системой официальной отчетности) и онкологическую заболеваемость всего населения (по основным локализациям злокачественных новообразований).

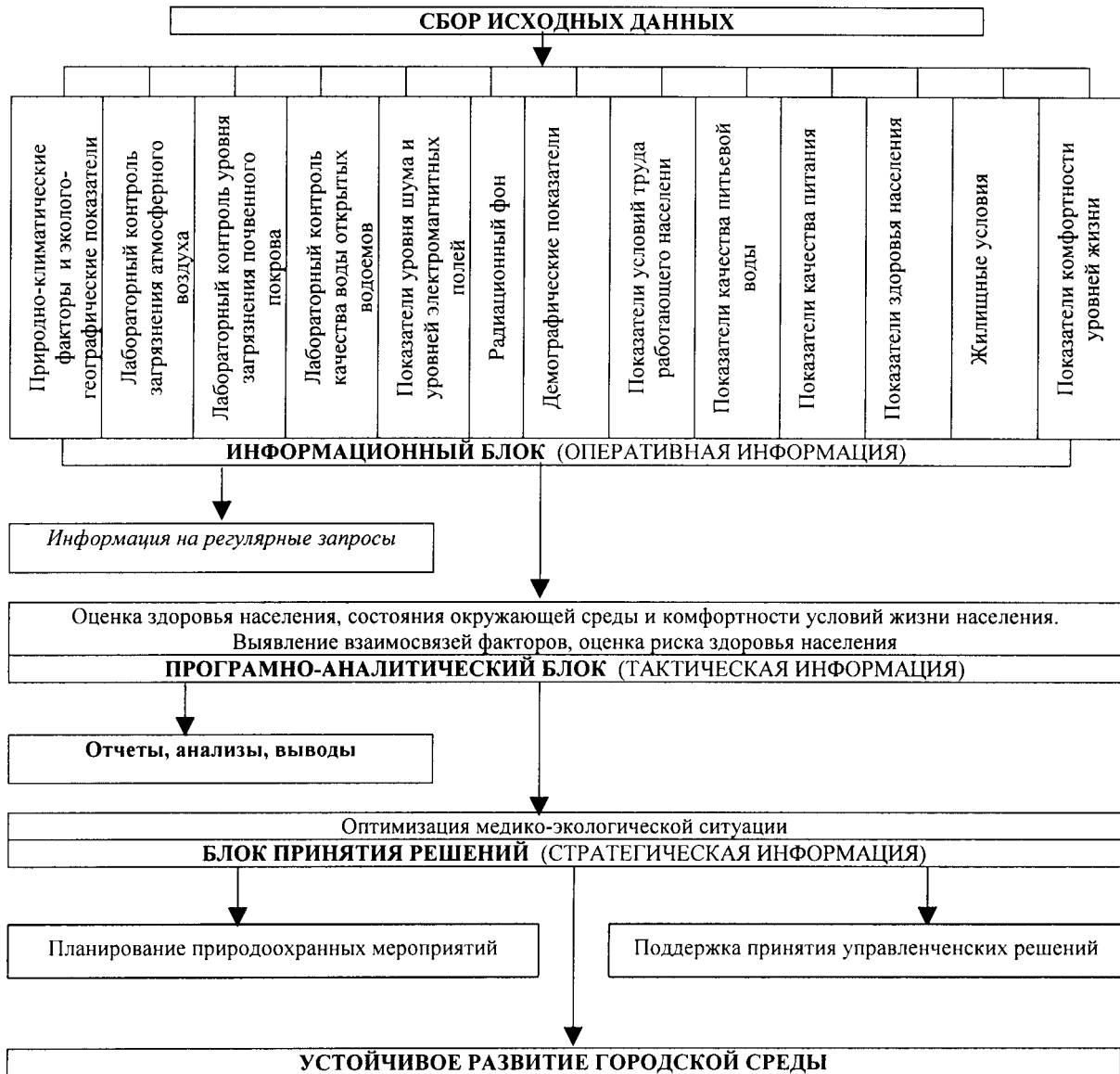


Рис.2. Блок-схема информации системы городского медико-экологического мониторинга.

Учитывая региональную специфику городских условий, экологическую базу данных целесообразно формировать в виде следующих основных блоков данных:

- 1) качество атмосферного воздуха;
- 2) качество питьевой воды;
- 3) качество (загрязнение) почвенного покрова;
- 4) архитектурно-планировочная структура;
- 5) ландшафтно-экологическая структура территории.

Среди основных способов анализа данных должны применяться статистические методы выявления основных факторов риска (на основе оценки корреляционных связей типа "фактор" – "болезнь"), прогнозирования заболеваемости на базе слежения за состоянием окружающей среды и оценке комфортности условий жизни населения для последующей выработки экологической политики как в городе, так и муниципальных образованиях.

### Мониторинг муниципалитетов

На основе разработанной концептуальной модели ИТУ и автоматизированной системы медико-экологического мониторинга в целом была определена структура информационной поддержки функционирования системы (информационного фонда), с использованием лицензионных программных продуктов (Windows для рабочих групп 3,11, EXCEL 5,0, СУБД FOXPRO 2,5) разработаны автоматизированные базы данных и программное обеспечение, реализующие информационно-аналитические функции и являющиеся составными частями компьютерной системы медико-экологического мониторинга муниципальных образований и г. Воронежа в целом (см. рис.2).

Прогнозирование экологических ситуаций является наиболее сложной в структуре мониторинга (рис. 3). Оно включает три блока, объединенных целевым назначением: социально-экономический,



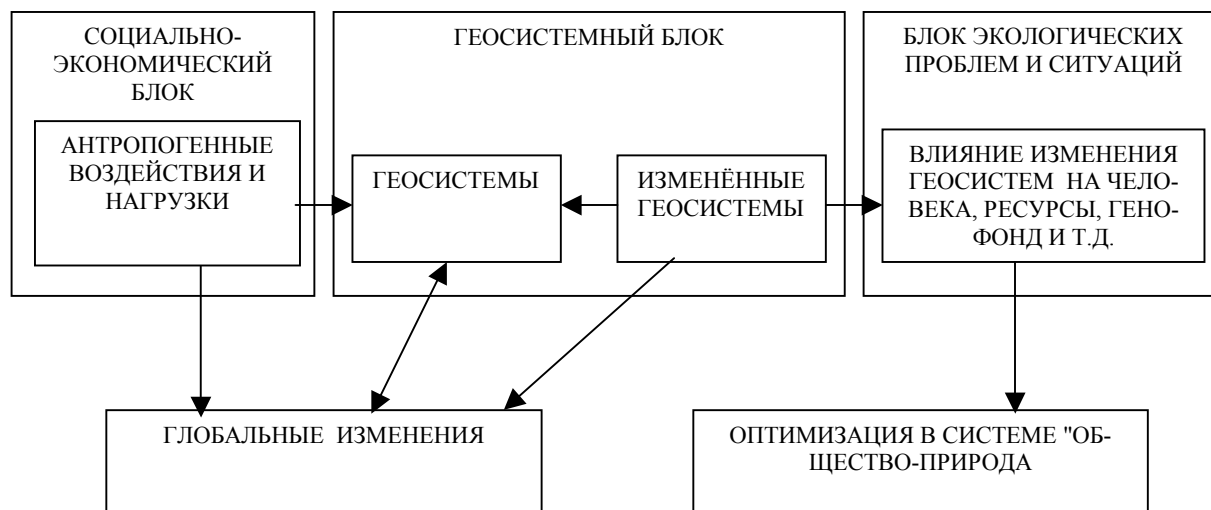


Рис.3. Структура прогнозирования экологических проблем и ситуаций.

геосистемный и экологических проблем и ситуаций (прогноз влияния изменения природной среды) и экологических проблем и ситуаций (прогноз влияния изменения свойств ландшафтов на условия проживания людей и состояние их здоровья, природно-ресурсный потенциал, генофонд и т.д.). Разработка прогноза каждого из названных блоков является самостоятельной задачей. При системном же подходе они имеют общую цель – суждение о состоянии экологической ситуации в будущем (ее пространственных и временных масштабах и степени остроты [5,8,16].

Таким образом, основными методологическими принципами, которые должны соблюдаться при проведении прогнозной экспертной оценки экологической ситуации на основе мониторинга, являются: принцип системности, принцип специфичности объекта, оптимизация описания объекта, принцип аналогии, принцип ведущего фактора. Степень приближения к соблюдению принципов при прогнозировании экологических ситуаций служит одной из оценок качества проведенного прогнозирования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Безуглая Э.Ю. Мониторинг состояния загрязнения атмосферы в городах. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 200 с.
2. Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 272 с.
3. Бочаров В.Л. Экологическая трансформация геологической среды и здоровье населения // Экологический вестник Черноземья. -Вып. 5. –Воронеж, 1997. –С.93-94.
4. Бочаров В.Л., Спиридонов Е.Г. Динамика изменения экологического и санитарно-гигиенического состояния атмосферного воздуха в условиях деиндустриализации // Матер. юбилейной научн. конф. "Гидрогеология, инженерная геология, экологическая геология на рубеже третьего тысячелетия: новые идеи и перспективы. –Воронеж, 1999. –С. 117-126.
5. Бочаров В.Л., Спиридонов Е.Г. Экологические и медико-биологические аспекты загрязнения атмосферного воздуха автотранспортом // Экологический вестник Черноземья. -Вып. 9. –Воронеж, 2000. –С. 33-41.

6. Геохимия окружающей среды / Ю.Е.Сает, Б.А.Ревич, Е.П.Янин и др. –М., 1990. –335с.
7. Джувеликян Х.А. Экология и человек. –Воронеж, 1999. –264с.
8. Жердев В.Н., Русинов П.С. Комплексный подход к исследованию контролируемых параметров земельных ресурсов по бассейновому принципу. –Воронеж, 1999. –200с.
9. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. –Л., 1884. –390с.
10. Инструкция по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. –Л., 1990. –13с.
11. Касимов Н.С., Перельман А.И. Геохимические принципы эколого-географической систематики городов // Вестн. Моск. ун-та. Сер. география. –1993. -№3. –С.16-21.
12. Куролап Н.С., Барвitenко Н.Т. Медико-экологические аспекты оценки комфортности городской среды // Геоэкологические проблемы устойчивого развития городской среды. –Воронеж, 1996. –С.154-156.
13. Организация компьютерного мониторинга и оценка медико-экологической ситуации в г. Воронеж / О.В.Клепиков, Н.П.Мамчик, Н.Т.Барвitenко и др. – Воронеж, 1995. –79с.
14. Ревель П., Ревель Ч. Среда нашего обитания. Кн. 4. Здоровье и среда, в которой мы живем. –М., 1990. – 191с.
15. Руководство по контролю источников загрязнения атмосферы. ОНД-90. Части 1,2. – СПб, 1991. –С.32-41.
16. Русинов П.С. Мониторинг и комплексная оценка состояния антропогенных ландшафтов Центрального Черноземья России: Автореф. дисс. ... докт. географ. наук. – Воронеж, 1999. –44 с.
17. Справочник по предельно допустимым концентрациям химических веществ в окружающей среде. Изд. 2-е. – Л., 1985. –528с.
18. Трофимов А.М., Панасюк М.В. Геоинформационные системы и проблемы управления окружающей средой. –Казань, 1984. –142с.
19. Федотов В.И. Воронеж: ландшафтно-экологические проблемы // Экология и охрана природы г. Воронежа. – Воронеж, 1990. –С.17-18.
20. Экологическая обстановка в г. Воронеж / Ред. Н.В.Стороженко. – Воронеж, 1994. –48с.
21. Экогеохимия городских ландшафтов / Ред. Н.С.Касимов. М., 1995. –336с.