



грунтовых вод внутрирядная корреляция невелика либо отсутствует ( $r_{i,i+1} = 0$ ).

Устойчивым и чувствительным показателем нарушенности естественных колебаний УГВ оказалось произведение, связывающее по модулю коэффициент внутрирядной корреляции  $r_{i,i+1}$  и смежную разность среднегодовых уровней  $\Delta H_{50\%}$ :

$$N_r = |r_{i,i+1} \cdot \Delta H_{50\%}|.$$

Коэффициент корреляции между смежными членами ряда может быть определен из формулы для критерия случайности Неймана [2]

$$\delta = \frac{\sigma_*^2}{\sigma^2} = 1 - r_{i,i+1},$$

где соответствующие дисперсии по данным выборки равны

$$\sigma_*^2 = \frac{1}{2(n-1)} \sum_1^{n-1} (\Delta H_{i+1} - \Delta H_i),$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_1^n (\Delta H_i - \overline{\Delta H}).$$

Здесь  $\overline{\Delta H}$  – средняя разность смежных среднегодовых уровней грунтовых вод в многолетнем ряду наблюдений на режимной скважине.

Значение  $\Delta H_{50\%}$ , входящее в формулу показателя нарушенности, целесообразно определять графически с эмпирических кривых обеспеченности разностей среднегодовых уровней. При незначительной асимметричности этих кривых можно принять  $\Delta H_{50\%} = \Delta H$ . Расчет обеспеченности рекомендуется вести по формуле С.Н.Крицкого и М.Ф.Менкеля [2].

При выделении районов с различной степенью нарушенности режима грунтовых вод можно использовать следующую градацию значений предложенного показателя:

- тип слабонарушенного режима –  $N_r < 0.01$  м,
- тип нарушенного режима –  $0,01 \leq N_r < 0.05$  м,
- тип весьма нарушенного режима –  $N_r \geq 0.05$  м.

УДК 528.94:55(470.44)

## ОПЫТ СОЗДАНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА ГЕОГРАФИЧЕСКОМ ФАКУЛЬТЕТЕ САРАТОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

В.З. Макаров, А.Н. Чумаченко, А.М. Дёмин, В.А. Гусев, А.В. Федоров, Ю.В. Волков, В.А. Данилов, А.С. Панкратьев

Саратовский государственный университет, лаборатории урбоэкологии и регионального анализа, геоинформатики и тематического картографирования  
E-mail: [gis@sgu.ru](mailto:gis@sgu.ru)

В статье приводятся результаты многолетних работ по созданию многоцелевых и проблемно-ориентированных гео-

Сопоставление показателей нарушенности и динамики УГВ в черте города с показателями и графиками естественных изменений уровня за пределами города в аналогичных физико-географических условиях позволяет судить о приемлемости подобной типизации [3].

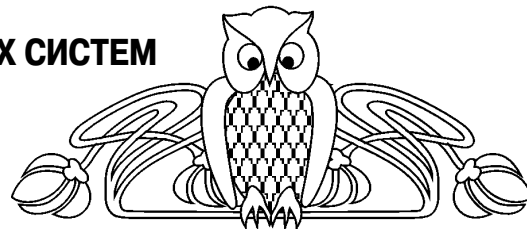
Точность выделения границ районов с применением показателя  $N_r$  зависит от равномерности и густоты использованной режимной сети скважин, т. е. от степени гидрогеологической изученности рассматриваемой территории.

Применение количественного критерия для оценки степени нарушенности уровня режима грунтовых вод позволяет объективнее и с большей достоверностью выявить факторы и источники подтопления. Кроме того, предлагаемый статистический критерий дает возможность математически формализовать районирование территории по степени нарушенности режима УГВ при использовании геоинформационных систем.

Карту нарушенности естественного режима УГВ, полученную на основе показателя нарушенности, целесообразно применять при моделировании потенциальной подтопляемости территории по соответствующим геофильтрационным схемам. При этом на разных этапах комплексного изучения подтопляемости грунтовыми водами строятся либо обновляются также и карты литологических комплексов, кровли водоупора, гидроизогипс, карты инженерного устройства, условий застройки.

### Библиографический список

1. *Абрамов С.К., Дегтярев Б.М., Дзекцер Е.С. и др.* Прогноз и предотвращение подтопления грунтовыми водами территории при строительстве. М., 1978. 151с.
2. *Рождественский А.В., Чеботарев А.И.* Статистические методы в гидрологии. Л., 1974. 424 с.
3. *Бондаренко А.М., Мамаева С.А.* Опыт комплексного изучения подтопляемости г. Павлодара грунтовыми водами // Инженерная геология. М., 1987, Вып. 5. С.78–83.



графических информационных систем (ГИС), выполненных в научно-исследовательских лабораториях географического факультета Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского. Подробно рассмотрены структура и содержание комплексной муниципальной ГИС, специализированных ГИС по градозащите, ГИС по управлению национальным парком.



## Experience of Creating GIS System at Geographical Faculty of the Saratov State University

V.Z. Makarov, A.N. Chumachenko, A.M. Demin, V.A. Gusev, A.V. Fedorov, Yu.V. Volkov, V.A. Danilov, A.S. Pankratiev

There are many years results working of creating multi-thematic and task-level geoinformational system (GIS) in this article. GIS were created in researchable laboratories of urboecology and regional analysis, geoinformatics and thematic mapping of geographical faculty of the Saratov State University. Structure and subjects of integrated municipal GIS, specify urbanecological GIS and special national park management GIS are carefully studied.

### Введение

Цель данной статьи – осветить ряд проблем, связанных с разработкой и созданием комплексных и специализированных географических информационных систем (ГИС). В работе излагаются концептуальная основа, содержание и структурная организация проблемно-ориентированных и комплексных ГИС разного территориального масштаба и объектного содержания: от регионального уровня до уровня муниципального района, города или отдельного хозяйствующего или управляющего субъекта (национальный парк, областные и городские структуры по медицине и социальному развитию).

Рассматриваемые ниже ГИС были созданы за последние 14 лет в научно-исследовательских лабораториях урбоэкологии и регионального анализа, геоинформатики и тематического картографирования географического факультета Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского [1–7] для различных организаций, ведомств и служб, расположенных в Саратовской области.

Однако прежде чем излагать содержание выполненных конкретных ГИС-проектов, определим некоторые общие понятия в геоинформатике, в частности рассмотрим сущность ГИС и ГИС-технологий.

### Основные понятия и определения

Географические информационные системы (геоинформационные системы, ГИС, ГИС-технологии) представляет человеко-машинный комплекс, создающий информацию двоякого рода – качественную, так называемую «атрибутивную», связанную с характеристикой субстантивных и временных свойств объектов, процессов и явлений, и пространственную информацию, отражающую размеры, конфигурацию и взаимное расположение объектов, процессов и явлений [8,9].

ГИС-технологии предполагают и осуществляют перевод любых характеристик геосистем в пространственные и атрибутивные базы данных, обеспечивают хранение, передачу, обработку

территориально распределенной информации. Поэтому в последние десятилетия в науке и практической деятельности, связанных с задачами территориального анализа, накоплением и обработкой любой территориальной информации в поисках закономерностей территориального упорядочения объектов, процессов и явлений на земной поверхности, появился новый и чрезвычайно эффективный инструмент – геоинформационные технологии и создаваемые на их основе географические информационные системы (ГИС).

ГИС – синтез компьютерных технологий и упорядоченных сведений о территории с целью их графической (картографической) визуализации, анализа, синтеза, моделирования, хранения, накопления и передачи информации для решения разнообразных задач по управлению территорией (акваторией).

По сути ГИС – это способ пространственного мышления, базирующийся на компьютерном картографировании, пространственных базах данных, их статистической обработке и моделировании [10]. В чем привлекательность, информационная и методическая сила географических информационных систем и технологий ГИС?

В условиях зарождающегося постиндустриального информационного общества, где информация становится важнейшим материальным, финансовым, политическим ресурсом, ГИС выступают как идеология и средство существования в информационном пространстве. Ныне можно с уверенностью сказать, что ГИС есть продукт информационного общества. Известно, что 70% всей информации имеет конкретный пространственный адрес. Большинство явлений, событий так или иначе территориально привязаны. Понять «пространство» – значит осознать свое место («*topos*») в окружающем мире и действовать в соответствии с особенностями местоположения.

Отсюда очевидно, что ГИС представляют наиболее эффективный способ территориального анализа, особенно комплексного территориального анализа, представляющего собой одно из важных направлений научного поиска в геосистемологии.

В чем причина быстрого распространения ГИС-технологий в разных областях управления и планирования территориального развития? Прежде всего, в *интегрирующем* потенциале ГИС. ГИС способны преодолевать информационные барьеры между различными ведомствами и службами [11], «высвечивать», делать визуально наглядной любую территориальную ситуацию.

Итак, ГИС – это способ территориального анализа и управления территорией, базирующийся на компьютерном картографировании, пространственных базах данных, их обработке и моделировании.

А.М. Берлянт и Е.А. Жалковский [12] выделяют три аспекта ГИС:



– «ГИС-производство» – создание аппаратных средств и программных продуктов для обеспечения управления и принятия решений (производственный аспект ГИС);

– «ГИС-технология» – сбор, хранение, преобразование, отображение и распространение пространственно-координированной информации (технологический аспект ГИС);

– ГИС как средство анализа, моделирования и изучения территориальных явлений, процессов, объектов (научно-исследовательский аспект ГИС).

Разумеется, в геосистемологии используются все три стороны, три аспекта ГИС-методологии, так как они неразрывно связаны общей информационной, производственной, исследовательской цепочкой.

Далее рассмотрим ряд примеров в построении специализированных и комплексных ГИС: *ГИС – муниципальный район; ГИС – городская территория, медико-географическая ГИС, ГИС – национальный парк* – как подсистем, создаваемых в рамках инновационного проекта, единой *ГИС – административная область*.

#### Содержание ГИС-муниципальный район

ГИС-муниципальный район была создана на основе топографической карты административного района масштаба 1:50000 открытого содержания и в контексте программы по созданию «Схемы территориального планирования развития муниципального района»\*.

Базовая картографическая основа ГИС-муниципальный район состоит из нескольких десятков картографических слоев, таких как гидрография, зеленые насаждения, транспортная сеть, населенные пункты, административное деление и т.д.

Специальное (тематическое) содержание ГИС разработано в лаборатории урбоэкологии и регионального анализа географического факультета СГУ им. Н.Г. Чернышевского на основе разнотипных данных соответствующих ведомств Саратовской области и конкретного муниципального района.

Перечислим структуру атрибутивных и картографических баз данных ГИС-муниципальный район по тематическим блокам, включающим:

**Раздел 1** – анализ и оценку географического и социально-экономического положения муниципального района в структуре Саратовской области.

**Раздел 2** – анализ и оценку современного землепользования.

**Раздел 3** – анализ и оценку природных условий и ресурсов, экологического состояния **муниципального района**. В разделе 3 рассмотрены:

3.1. Специфика природных условий. Ландшафтная структура территории. Состояние и оценка природных условий и ресурсов. Климатические и инженерно-геологические условия. Минерально-сырьевые ресурсы, водные ресурсы, земельные ресурсы, растительность. Особо охраняемые территории.

3.2. Экологическая оценка территории. Состояние воздушного бассейна, поверхностных и подземных вод, почв, растительности. Опасные природные и природно-антропогенные процессы и явления. Экологическое районирование территории по уровню экологического риска и возникновения чрезвычайных ситуаций.

3.3. Оценка природно-ресурсного и экологического потенциала территории для нужд сельского хозяйства, промышленности, строительства, рекреации, водопотребления.

3.4. Предложения по стабилизации и улучшению экологической обстановки в районе.

**Раздел 4** – анализ и оценку современного состояния промышленности и сельского хозяйства, состоящих из рассмотрения:

4.1. Производственного комплекса. Оценки современного состояния, инвестиционной привлекательности, предложений по развитию.

4.2. Сельского хозяйства. Оценки современного состояния и прогноза развития.

**Раздел 5** – анализ и оценку социально-демографических и расселенческих характеристик. Включает следующие подразделы:

5.1. Опорный каркас расселения, транспортная инфраструктура, оценка доступности, связности населенных пунктов

5.2. Динамика численности населения по населенным пунктам, демографические характеристики, занятость населения, миграция. Оценка демографической емкости территории.

5.3. Общественная инфраструктура: образование, здравоохранение. Торгово-бытовое обслуживание. Услуги связи. Современное состояние и предложения по размещению соответствующих объектов капитального строительства.

5.4. Состояние жилого фонда и обеспеченность инженерными сетями. Тенденции развития жилищного строительства.

**Раздел 6** – оценку историко-культурного потенциала территории:

6.1. Анализ территориальной локализации и возможностей использования для развития туризма;

**Раздел 7** – предложения по повышению качества жизни населения:

7.1. Мероприятия по реконструкции, развитию производственного комплекса.

7.2. Мероприятия по повышению качества жизни населения.

**Раздел 8** – Создание пилотного проекта специализированной ГИС – территориальное планирование муниципальных образований административного района с дружественным интерфейсом на платформе MapInfo.

\* Географы Саратовского университета совместно со специалистами проектного института «Саратовгражданпроект» участвуют в создании схем территориального планирования муниципальных районов Саратовской области.



**Тематические слои картографической базы данных ГИС-муниципальный район включают:**

1. *Карты современного состояния (обосновывающие карты):*

1.1. Карта использования территории муниципального района

1.2. Карта границ зон негативного воздействия объектов капитального строительства местного значения.

1.3. Карта границ территорий объектов культурного наследия.

1.4. Карта комплексной оценки территории района.

1.5. Космофотокарта.

1.6. Карта опасных природных и техногенных процессов и зон экологического риска.

1.7. Иные карты природного и социально-экономического содержания.

2. *Схемы предложений по территориальному планированию:*

2.1. Схема планируемого размещения объектов капитального строительства общественной инфраструктуры (образование и здравоохранение, торговля, общественное питание, бытовое обслуживание, связь).

2.2. Карта природоохранных мероприятий и предлагаемой сети особо охраняемых природных территорий.

Ныне разработана и апробирована базовая модель **ГИС - муниципальный район** при создании схем территориального развития Краснокутского, Татищевского, Балаковского муниципальных районов. Всего запланировано создание ГИС-территориального развития 32 муниципальных районов Саратовской области.

**Структура и содержание экологической ГИС промышленного города (на примере крупных городов Саратовской области).**

**1.1. Информационная база городской ГИС**

Источниками градоэкологической информации выступают фондовые материалы различных государственных, а ныне часто акционерных и даже частных предприятий, служб и ведомств. Эти ведомственные фонды (геологический, земельный, лесной, архитектурно-планировочный, экологический, госстатистики, медицинский и др.) содержат информацию за разные годы о характере, специфике различных процессов, объектов, явлений, их правовой и территориальной принадлежности.

Данные материалы хранятся в бумажном и электронном виде, в табличной, графической, картографической и текстовой формах. Они, как правило, разномасштабные, отличаются качеством, часто территориально не привязаны. Отсюда возникает одна из главных проблем организации специализированной градоэкологической ГИС – преодолеть ведомственные информационные барьеры при сборе исходной информации о территории города [11], сделать данную информацию равномасштабной,

синхронной и синтопной (т.е. «одноместной»), содержательно равнокачественной. Нужно найти, преобразовать, «переместить» имеющуюся информацию, территориально и хронологически ее привязать и разместить по тематическим слоям: геомному (горные породы, рельеф), мобиломному (климат гидрография), биотическому, биокосному (почвы) блокам ландшафтной подсистемы; геодемографическому, медико-географическому, социально-экономическому блокам демопопуляционной подсистемы; архитектурно-планировочному, производственно-территориальному, транспортно-коммуникационному блокам инженерно-технической подсистемы урбогеосистемы.

Фондовые, отраслевые, архивные данные, как правило, малодоступны, разрозненны, хранятся в бумажном виде. Их поиск и перевод в электронную форму представляет вторую существенную трудность применения ГИС в градостроении, и в частности в градоэкологии. Работа эта весьма трудоемка и дорогостояща.

Другим важным и все более доступным источником градостроительной информации становятся данные дистанционного зондирования городских территорий (ДЗЗГТ). Они поступают в результате аэрокосмической съемки земной поверхности с пилотируемых и беспилотных космических летательных аппаратов, самолетов, дельтапланов.

Все более эффективным в градостроении становится использование разнообразных космоснимков, получаемых с орбитальных комплексов как отечественных – «Ресурс», так и зарубежных – «Spot», «Landsat» и др. [13].

Космические снимки, выполненные в разных спектрах видимого излучения, как монохромические, так и мультиспектральные, позволяют решать разнообразные градоэкологические задачи. Назовем некоторые из них, решенные нами при изучении крупных городов Саратовской области:

– классификация городских земель по различным видам использования: жилая застройка разной этажности; промышленные площадки и промышленные зоны; пустующие земли; земли под гаражными городками, садово-огородными кооперативами; складские земли; сельскохозяйственные земли; нефтегазопромыслы; водные объекты; лесные земли; городские зеленые насаждения; транспортные коридоры и земли внешнего транспорта. По космическим снимкам высокого разрешения уточнялось (обновлялось) содержание топографических карт и создавалась функционально-экологическая модель городской территории – выявление, уточнение и классификация экологически опасных объектов, процессов и явлений природного, природно-техногенного и техногенного происхождения. В частности, анализ спектральных показателей космического снимка территории Саратова позволил определить участки активной линейной и плоскостной эрозии, зоны накопления твердого материала в устьевых частях



волжских протоков, границы древних и современных оползней, участки береговой абразии, линейно-ментные структуры, т.е. линейные спектральные аномалии, связанные с литоморфоблоковым строением территории Саратова;

– изучение и мониторинг территориального роста города, определение направлений и характера изменения землепользования путем сравнения функционально-экологической структуры города по данным космоснимков разных лет. В нашем случае был выполнен анализ космоизображений территории Саратова по снимкам 1996, 1999, 2006 гг. и выявлены изменения в структуре и характере землепользования за указанные годы.

Высокоточные (10 м и более) космические изображения городских и пригородных территорий имеют высокий интегрирующий потенциал, они «высвечивают» многие типы природных и инженерно-градостроительных рубежей-границ, показывают сетевые структуры, урбандшафтные таксоны, сетевые узлы, детериорирующие процессы и объекты.

Следует указать еще на одну важную особенность космоизображений при их сочетании с ГИС-технологиями – они могут быть растровой подложкой для векторного картографического содержания. В этом случае можно быстро уточнять и обновлять топографические карты.

Разумеется, кроме аэро-и космоизображений, главную и незаменимую информацию содержат топографические крупномасштабные карты города.

В градоэкологических исследованиях наиболее употребительны масштабы 1:2 000; 1:10 000; 1:25 000; 1:50 000 – все они содержат данные о рельефе города, зеленых насаждениях, водных объектах, городской застройке, инженерных коммуникациях, нарушенных землях и т.д. Карты указанных масштабов имеют закрытый характер, поэтому при их использовании необходимы руководствоваться требованиями, изложенными в соответствующих нормативных документах Госгеонадзора, Роскартографии, Законе РФ о государственной тайне.

Наша практика работы с топографическими картами указанных масштабов при их переводе в цифровую форму показала, что в градоэкологических, а конкретнее ландшафтно-градоэкологических работах на территории крупнейших городов (более 500 000 населения) достаточно масштаба карт 1:10 000, 1:25 000. Для крупных городов (до 500 000 жителей) удобны масштабы 1:2 000 и 1:10 000. Изучение отдельных урбандшафтных участков и их типов [5] требует масштаба 1:2 000.

Кроме топографических карт в качестве исходной информации для создания городской экологической ГИС необходимы тематические карты по уже названным подсистемам городской урбогеосистемы: природно-ландшафтной; инженерно-градостроительной; демопопуляцион-

ной. Цифровые тематические карты либо создаются заново на основе имеющихся бумажных карт, результатов полевых работ и информации, хранящейся в разных организациях и ведомствах, либо, что весьма редко, заимствуются. Топографические и тематические карты переводятся в электронную форму в растровом, растрово-векторном или векторном форматах.

Третьим существенным источником информации об экологическом состоянии городской территории являются полевые (натурные) исследования. Они могут быть комплексными и специализированными, охватывающими всю территорию города и пригород или отдельные урбандшафтные участки.

В процессе градоэкологических исследований территории крупных городов Саратовской области в лаборатории урбоэкологии СГУ были составлены следующие программы проведения комплексных ландшафтно-градоэкологических работ: «Экологический мониторинг Саратова (ЭМоС)»; «Ландшафтно-экологическое обследование территории города Балаково для создания экологического атласа»; «Ландшафтно-экологический анализ территории города Энгельса для подготовки экологического раздела Генерального плана города». В рамках указанных комплексных работ проводились микролиматические, геоморфологические, почвенные, фитоиндикационные, геоботанические, включая лесотаксационные, снегогеохимические и педогеохимические исследования, изучалась урбофункциональная структура, санитарно-гигиеническое состояние и социально-экологическая ситуация в урбандшафтных выделах. Кроме того, выполнялись отдельные отраслевые программы: мониторинг снежного покрова; эколого-геохимические исследования; медико-экологические исследования; инвентаризация и оценка нарушенных и неудобных земель Саратова; инвентаризация и оценка зеленых насаждений города.

В каждой из названных программ выполнялся комплекс инструментальных и визуальных наблюдений в пределах модельных площадок по профилям – трансектам и по ходу маршрутов. Применялся и анкетно-опросный метод. Важно подчеркнуть, что полевые обследования охватывали все основные урбандшафтные таксоны интегрированной делимитационной модели городской территории – ландшафтные «ячей», высотные ярусы, водосборные бассейны, «матрицы», «сети» и «пятна» разной «цветности», а также типы и виды урбандшафтных участков [5].

## *1.2. Структура городской ГИС. Принципы и содержание комплексного градоэкологического картографирования*

Следующим этапом создания экологически ориентированной городской ГИС является создание электронных баз данных, являющихся основой любой ГИС. Полученная в процессе полевых и камеральных исследований информация упорядочивается в виде картографической базы данных

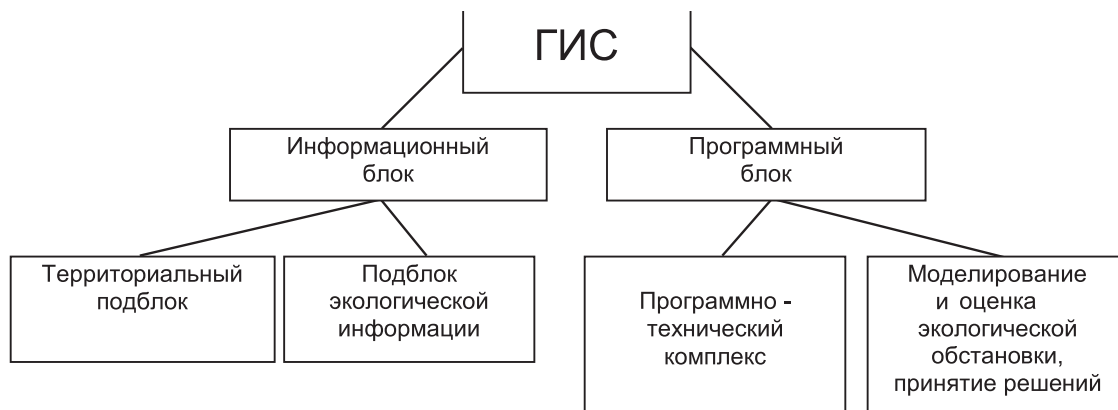


(КБД) и атрибутивной (непространственной) базы данных (АБД). При выполнении градозэкологических работ важно выделить оптимальные масштабы базовых карт. Как уже отмечалось выше, мы предлагаем для городов с населением от 200 000 до 1 000 000 человек базовые масштабы 1:50 000, 1:25 000; 1:10 000 и 1:2 000. Весьма необходима актуализация, т.е. проверка содержания карты на достоверность. Здесь важную роль играет свежая информация с аэро- и космоснимков. В лаборатории урбоэкологии СГУ и регионального анализа для актуализации базовых топографических карт городов Саратов и Балаково были выполнены как натурные обследования, так и дешифрирование аэро- и космоснимков высокого разрешения.

Картографическая информация хранится в КБД в растровом, векторном и растрово-векторном форматах. Наиболее удобны для хранения и передачи, а также геомоделирования и геоанализа векторный формат и сочетание растрового и векторного форматов. Последний вариант наиболее часто применяется при одновременном использовании векторной топокарты и растровой «подложки» аэро-или космоснимка. Данный прием позволяет уточнять и корректировать устаревшее содержание топографической базовой карты.

Важнейшими элементами ГИС-технологий являются ГИС-моделирование и приемы наложения различных тематических слоев карт (оверлей). Поэтому кроме базовых цифровых карт в КБД входят различные тематические карты указанных выше масштабов. Создание тематических карт – важнейший этап и конечный продукт градозэкологических исследований. Данное направление работ получило название автоматизированного картографирования [14].

Экологически ориентированная городская ГИС должна включать базовые цифровые топографические и тематические карты, отраслевые описания, цифровые космо-аэрофотоснимки, набор математических модулей, встроенных в операционную оболочку ГИС или интегрируемых в нее. Первоначальной задачей организации экологически ориентированной ГИС является сбор и перевод в электронную форму первичной информации, т.е. создание атрибутивной и картографической баз данных, это наиболее трудоемкая и дорогостоящая часть любой ГИС, составляющая по оценкам специалистов 70% общих временных и материальных затрат. Основные структурные элементы градозэкологической ГИС отражены на рисунке.



Структура экологически ориентированной ГИС

Процесс создания градозэкологической ГИС разбивается на три логических этапа:

- 1) этап автоматизированного составления отдельных карт градозэкологического содержания;
- 2) этап создания электронного экологического атласа города. Электронный экологический атлас представляет самостоятельный интерес и является законченным продуктом второго этапа градозэкологических исследований с использованием ГИС-технологий и в то же время служит промежуточным звеном при создании ГИС;
- 3) этап построения проблемно-ориентированной экологической ГИС.

Рассмотрим более подробно содержание работ на втором и третьем этапах.

Как уже отмечалось, в лаборатории урбоэкологии и регионального анализа созданы электронные экологические атласы Балаково, Са-

ратова, медико-экологический атлас «Туберкулез и окружающая среда Саратовской области»; «Атлас заболеваемости хроническим туберкулезом и бронхиальной астмой Саратовской области», монография-атлас «Медико-экологический анализ распространения злокачественных опухолей кожи в Саратове».

В процессе создания экологического атласа города в соответствии с обозначенными выше принципами были построены сотни цифровых карт, раскрывающих основные особенности природно-ландшафтной, инженерно-градостроительной и демопопуляционной подсистемы городской геосистемы.

Приведем нашу версию тематической структуры комплексного градозэкологического атласа, составляющего содержание КБД городской экологической ГИС:



*А. Карты природные, относящиеся к оценке природно-ресурсного потенциала.*

Карта ландшафтного районирования. Карта ландшафтно-типологическая. Карта геоморфологическая. Карта высотных ярусов рельефа. Карта речных бассейнов и водосборов крупных балок и оврагов. Карта экспозиций склонов и уклонов земной поверхности. Карта трещиноватости и локальных тектонических нарушений. Геологическая карта. Карта экзодинамических процессов. Почвенная карта. Карта структуры и состояния зеленых насаждений. Микроклиматическая карта. Карта проветриваемости воздушного бассейна. Инженерно-геологическая карта. Гидрогеологическая карта. Карта гидрографической сети (водоемы и водотоки).

Ретроспективные градоэкологические карты.

Карта восстановленного рельефа (восстановленной эрозионной сети). Карта восстановленного растительного покрова. Карта восстановленного почвенного покрова. Карта восстановленной гидрографической сети.

*Б. Карты функционального использования городских земель и оценки их экологического потенциала.*

Карта городского землепользования (современное состояние). Карта экологически негативных матриц, пятен и сетей. Карта жилой застройки. Карта общественной застройки. Карта неудобных и неиспользуемых земель. Карта сельскохозяйственных земель.

*В. Карты оценки антропогенной преобразованности и экологического потенциала природно-ландшафтных выделов.*

Синтетическая карта районирования природно-ландшафтных ячеек по показателю индекса урбогенеза (индекс преобразованности городской среды). Карта эконегативных и экопозитивных сетей-коридоров. Карта эконегативных и экопозитивных узлов.

*Г. Инвентаризационно-оценочные карты источников экологического риска.*

Карта потенциально опасных промышленных площадок с хранением ядовитых, взрыво- и пожароопасных веществ. Карта локализации наиболее вредных предприятий – природопользователей (большие объемы выбросов, токсичные вещества). Карта свалок бытового и строительного мусора, мест сбросов коммунальных и промышленных вод, расположения иловых площадок, промышленных и коммунальных отстойников, захланных участков, отстойников, подтопленных и заболоченных участков, мест произрастания аллергенных растений, участков, где имеются животные, птицы и насекомые, способные переносить возбудителей опасных болезней. Зоны и участки превышения санитарных норм напряженности электромагнитных полей (линии ЛЭП, зоны действия электротранспорта, радио- и телепередатчиков, радаров и пр.). Карта интенсивности транспортных потоков.

*Д. Карты оценки природных и техногенных факторов, усиливающих или ослабляющих экологический риск.*

Карта геохимически открытых, полузакрытых и закрытых местоположений. Карта сорбционных характеристик почв, способствующих накоплению или удалению загрязняющих веществ. Карта, оценивающая соотношение «запечатанных» и открытых участков (отношение площади асфальтовых и других покрытий к общей площади территории). Карта потенциальной способности самоочищения водотоков и водоемов.

*Е. Карты загрязнения окружающей природной среды.*

Е.1. Карты загрязнения снегового покрова.

Превышение значений фоновых показателей содержания химического элемента. Районирование территории по показателю  $Z_c$ .

Е.2. Карты загрязнения почвы.

Превышение значений ПДК химического элемента. Районирование территории по показателю  $Z_c$ .

Е.3. Загрязнение поверхностных вод.

Превышение показателей ПДК по химическим элементам и соединениям.

Е.4. Оценка выпадений пыли из атмосферы на единицу площади в единицу времени.

Пылевая нагрузка на урбандшафтные участки селитбы (УЛУСы) и экологически уязвимые объекты.

Е.5. Оценка суммарной поллютометрической нагрузки на урбандшафтные участки. Районирование территории по уровню поллютометрической нагрузки. Выделение ареалов острых экологических ситуаций, зон и участков экологического риска.

*Ж. Социально-экологические карты, оценивающие демографические, медико-географические, социальные показатели реципиентов экологического риска – городских жителей. Анализ выполняется по УЛУСам.*

Демографические карты. Карта плотности населения по УЛУСам. Карта возрастного состава населения УЛУСов.

Ж.1. Социально-географические карты.

Карта доступности городского транспорта. Карта обеспеченности УЛУСов детскими дошкольными и школьными учреждениями. Карта обеспеченности УЛУСов медицинскими и оздоровительными учреждениями. Карта преступности. Карта оценки изношенности жилого фонда. Карта комплексной оценки экологического состояния УЛУСов. Типология УЛУСов по комфортности проживания.

Ж.2. Медико-географические карты.

Карта рождаемости и смертности. Карта заболеваемости разными болезнями.

*З. Синтетические карты градоэкологического содержания.*

Карта комплексной экологической оценки морфотипов городской территории (степень ан-



тропогенной нарушенности, величина экологического потенциала, наличие детериорирующих условий и факторов, поллютометрический индекс, уровень популяционного здоровья (для морфотипов жилой застройки)). Районирование городской территории по комфортности проживания и наличию мелиорирующих и детериорирующих объектов, факторов и процессов.

*И. Прогнозно-рекомендательные карты.*

Карта реконструкции зеленой зоны и создания системы зеленых насаждений (проект). Карта реконструкции транспортных магистралей и основных сетей эконегативного характера. Карта реконструкции и ликвидации основных детериорирующих объектов – свалок, «грязных» промышленных производств.

В информационный блок градоэкологической ГИС входят:

- цифровые карты основных масштабов: 1:2000; 1:10000; 1:25000; 1:50000;
- цифровые мультиспектральные космоснимки высокого разрешения (4, 10 и 20 м) системы;
- цифровые тематические карты, созданные в ходе выполнения экологических программ.

Создание информационно-справочной градоэкологической ГИС является третьим логическим этапом реализации результатов градоэкологических исследований. Опыт построения градоэкологических ГИС в Саратове, Балаково показал, что градоэкологическая ГИС может и должна стать важным интегрирующим звеном между «субъектами» экологической информации и властными структурами города, послужить необходимым элементом в организации муниципальной ГИС, повысить эффективность анализа и представления информации, принятия управленческих решений.

**Общая структура и программное обеспечение ГИС-национальный парк «Хвалынский»**

Основным назначением *ГИС-национальный парк «Хвалынский»* является информационная поддержка принятия решений в системе управления парком, а также обеспечение доступа всех пользователей ГИС к специализированным базам данных.

При разработке структуры ГИС-НП «Хвалынский» [7] учитывались следующие требования:

**а) модульность** отдельных её частей, включающих по меньшей мере три относительно самостоятельных модуля: полнофункциональную ГИС для сопровождения научно-исследовательских работ, в том числе мониторинговых наблюдений; учебную ГИС для обеспечения образовательного и воспитательного процесса на разных уровнях; справочно-информационную ГИС (ГИС – электронный гид), предназначенную для туристов и отдыхающих в национальном парке и Хвалынском рекреационном районе;

**б) интеграция** ГИС-НП «Хвалынский» в структуру ГИС-Хвалынский район и ГИС-Саратовская область;

**в) учет специфики** природных условий и антропогенной составляющей территории парка и охранной зоны (расчлененный рельеф, пестрая литология, обширность территории буферной зоны, наличие исторического города в охранный зоне и др.).

Главными целями ГИС-НП «Хвалынский» стали:

- организация информационной базы научно-исследовательского модуля, сочетающей атрибутивные и картографические характеристики природных комплексов национального парка, их состояния, динамики и хозяйственной нагрузки в различных функциональных зонах;

- наполнение баз данных рекреационно-туристического и учебного модулей, содержащих информацию о природных особенностях парка, историко-культурных достопримечательностях, инженерной инфраструктуре и туристском обслуживании Хвалынского рекреационного района.

В состав геоинформационной системы входят банк данных (система баз данных), программно-аппаратный комплекс, блок моделирования, методики и технологии обработки и представления данных средствами ГИС.

В ГИС-НП «Хвалынский» тематическая информация распределяется по следующим блокам: общая информация о парке, характеристика функциональных зон, охранный зоны, специфика географического положения.

В *научно-исследовательский модуль* вошла следующая информация:

- природные особенности и характерные ландшафтные урочища и местности;
- история заселения и хозяйственного освоения Хвалынского рекреационного района;
- деятельность парка: научные исследования и результаты; эколого-просветительская работа; организация отдыха и туризма; хозяйственная деятельность; другие направления.

В *справочно-информационном модуле* размещена информация для отдыхающих:

Исторические места: памятники, музеи, визит-центр, археологические раскопки.

Отдых: кемпинг, вольеры, туристические тропы, рыбалка, лодочный спорт, верховая езда, видовые площадки, зимние виды отдыха.

Обслуживание: туристская и инженерная инфраструктура, расписание транспорта, гостиницы.

ГИС-национальный парк «Хвалынский» реализована в среде MapInfo.

**Заключение**

Накопленный опыт по разработке многоцелевых и специализированных ГИС позволяет вплотную подойти к созданию комплексной ГИС-Саратовская область. Организация многоцелевой, многоуровневой полномасштабной геоинформационной системы *ГИС-Саратовская*





**область** с модулями «область – административный район – город», связывающей воедино отраслевые информационные ресурсы муниципальных районов, городов области и отдельных территорий региона, будет иметь важное социально-экономическое, рекреационное, природоохранное значение.

Сведенные в единую географическую информационную систему картографические, аэро-и космические, статистические и текстовые материалы создадут условия для объективной и комплексной характеристики территориальных структур и процессов на территории Саратовской области, возможность непрерывного мониторинга экономической, социальной, демографической, экологической ситуаций в регионе, разработки сценариев территориального развития как области, так и муниципальных районов.

Полномасштабная геоинформационная система Саратовской области, включающая самую разнообразную тематическую информацию, станет основой для создания многочисленных научно-справочных, коммерческих, учебных и специальных картографических продуктов.

#### Библиографический список

1. Макаров В.З., Пролеткин И.В., Чумаченко А.Н. От комплексных градоэкологических исследований к разработке городской ГИС // ГИС-Обозрение. Муниципальные геоинформационные системы. Спец. вып. 1995. С.1–3.
2. Макаров В.З., Пролеткин И.В., Чумаченко А.Н. Применение ГИС-технологий в ландшафтно-экологическом изучении городской территории // Современные информационные технологии в урбанистике, градостроительстве и региональном планировании. М., 1997. С.156–160.
3. Макаров В.З., Пролеткин И.В., Чумаченко А.Н. Развитие геоинформационного направления в Саратовском государственном университете // Инф. бюл. ГИС-Ассоциации. 1999. №5 (22). С. 40–41.
4. Макаров В.З., Пролеткин И.В., Чумаченко А.Н. Балаково – геоинформационный полигон в Саратовской области // Инф. бюл. ГИС-Ассоциации. 1999. №5 (22). С. 35–38.
5. Макаров В.З. Ландшафтно-экологический анализ крупного промышленного города. Саратов, 2001. 176 с.
6. Макаров В.З., Новаковский Б.А., Чумаченко А.Н. Эколого-географическое картографирование городов. М., 2002. 196 с.
7. Макаров В.З., Чумаченко А.Н., Савинов В.А., Данилов В.А. Национальный парк «Хвалынский»: ландшафтная характеристика и географическая информационная система / Под ред. В.З.Макарова. Саратов, 2006. 148 с.
8. Кошкарёв А.В., Тикунов В.С. Геоинформатика. М., 1993. 213 с.
9. Геоинформатика: Толковый словарь основных терминов / Под ред. А.М.Берлянта и А.В.Кошкарёва. М., 1999. 204 с.
10. Данджермонд Джек. ГИС помогает управлять нашим миром // ArcReview. Современные геоинформационные технологии. 2006. № 1 (36). С.1–4.
11. Тикунов В.С., Цапук Д.А. Устойчивое развитие территорий: картографо-геоинформационное обеспечение. М.; Смоленск, 1999. 176 с.
12. Берлянт А.М., Жалковский Е.А. К концепции развития ГИС в России // ГИС-Обозрение. Весна – 96. 1996. С.7–12.
13. Гарбук С.В., Гершензон В.Е. Космические системы дистанционного зондирования Земли. М., 1997. 296 с.
14. Сербенюк С.Н. Картография и геоинформатика – их взаимодействие. М., 1990. 153 с.

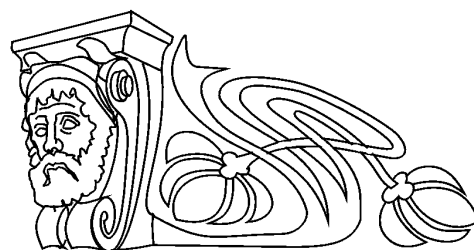
УДК 551.509.312+551.509.314

## ОСОБЕННОСТИ ВЫПАДЕНИЯ ОСАДКОВ ПРИ ПЕРЕПАДАХ СРЕДНЕЙ СУТОЧНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА РАЗЛИЧНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ

С.В. Морозова, Е.А. Полянская, Г.А. Пужлякова

Саратовский государственный университет,  
кафедра метеорологии и климатологии  
E-mail: kafmeteo@sgu.ru

Рассматривается вопрос о связи резких перепадов средней суточной температуры воздуха различной интенсивности с выпадением осадков. Предполагается использовать найденную зависимость для уточнения содержания прогнозов колебаний средней суточной температуры воздуха в течение месяца для территории Саратовской области.



#### Peculiarities of Precipitation at Various Changes of Average Daily Air Temperature

S.V. Morozova, E.A. Polyanskaya, G.A. Puzhlyakova

The question of connection between various of intensity sudden changes of average daily air temperature and precipitation is considered. It is supposed to use the found dependence for specification of forecasts of average daily air temperature within a month for the territory of Saratov region.