

## **ТЕМА 3.**

# **МЕСТО ГИС СРЕДИ ДРУГИХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ**

- Автоматизированная обработка информации в ГИС предполагает использование ряда технологических процессов из различных смежных предметных областей: фотограмметрии, САПР, АСНИ и т.д. В силу этого целесообразно рассмотреть технологии функционирования достаточно апробированных автоматизированных систем, таких как АСНИ, САПР, АСИС, экспертные системы (ЭС), что позволит при оптимальном учете их специфики использовать технологические достижения и решения, применяемые во всех исследуемых предметных областях.

## 3.1. Основные принципы функционирования АСНИ

- АСНИ технологически настроена на сбор и первичную обработку разнообразной информации, что является также и потребностью ГИС. По этой причине можно рассматривать АСНИ как систему, наиболее близкую к ГИС на этапах сбора и первичной обработки данных.
- Относительно обобщенной ГИС (рис.2.4) технологии АСНИ приемлемы на уровне УСО.
- По формам организации АСНИ делятся на три группы: специальные, локальные и глобальные.

- **Специальные АСНИ** решают узкий класс задач на заданном наборе параметров. Их основная задача – контроль протекания процессов и предотвращение нежелательных ситуаций. Наиболее широко эта группа АСНИ представлена в интегрированном производстве, она в большей степени использует измерительно-вычислительные комплексы и относится к классу контрольно-измерительных. Эта группа не имеет аналогов в среде ГИС.
- **Локальные АСНИ** функционируют в рамках лабораторий. Их развитие связано с «персонализацией» технологий вычислительной техники, в частности с появлением ЭВМ, персональных баз данных, интеллектуальных терминалов и т.д. По организации эта группа наиболее близка к ГИС, функционирующим на уровне города, области.

- Глобальные АСНИ создаются в рамках института, КБ, НПО и т.д. ГИС аналогичного класса обслуживают страну или большой регион. Одним из направлений развития систем этой группы является создание распределенных систем (АСНИ, ГИС), в том числе и на основе локальных вычислительных сетей (ЛВС).
- По функциям можно также выделить три группы АСНИ:
  - информационно-поисковые, подсказывающие и обучающие;
  - расчетные на основе модельного машинного эксперимента;
  - экспериментальных исследований.
- В свою очередь каждая из этих групп может быть разбита на подгруппы.

- В настоящее время характерен рост интегрированных систем, которые включают технологии АСНИ на уровнях сбора и первичной обработки данных.
- Большое значение при интеграции АСНИ имеют выбор единой информационной основы, составление классификаторов информации и способов ее кодирования. Эффективным средством, повышающим скорость кодирования, являются системы речевого ввода-вывода, разработка которых в нашей стране идет с 60-х гг. Однако эти системы не находят достаточно широкого применения при кодировании первичных данных в ГИС.



## 3.2. Системы автоматизированного проектирования

- Технологии САПР служат основой интеграции всех прочих технологий в ГИС. Основное назначение САПР – получение оптимальных проектных решений – отвечает требованиям ГИС на уровне моделирования и хранения (формирования ЦММ) и проектирования (карт) на основе уже собранной, унифицированной информации.
- Проектирование в САПР осуществляется путем декомпозиции проектной задачи с последующим синтезом общего проектного решения. В процессе синтеза проекта используются функциональные ресурсы базы данных в условиях диалогового взаимодействия проектировщиков с комплексом средств автоматизации проектирования.

- Технологии проектирования в САПР базируются на следующих принципах:
  - - использование комплексного моделирования;
  - - интерактивное взаимодействие с цифровой моделью;
  - - принятие проектных решений на основе математических моделей и проектных процедур, реализуемых средствами вычислительной техники;
  - - обеспечение единства модели проекта на всех этапах и стадиях проектирования;
  - - использование единой информационной базы для автоматизированных процедур синтеза и анализа проекта, а также для управления процессом проектирования;



- - проведение многовариантного проектирования и комплексной оценки проекта с применением методов оптимизации;
- - обеспечение максимальной инвариантности информационных ресурсов, их слабой зависимости от конкретной области применения, простоты настройки на отраслевую специфику.
- Все перечисленные принципы приемлемы для моделирования и проектирования в ГИС.

- **Проектирование.** Анализ технологических процессов в САПР позволяет дать простую классификацию типов проектных работ по степени (уровню) интеграции процессов, вполне подходящую для решения задач ГИС:
  - - процедура – элементарная операция обработки информации;
  - - задача – совокупность процедур для получения одного вида проектной продукции;
  - - функция (группы специализированных задач) – технологический процесс, в ходе которого выпускается специализированный комплект проектных документов;
  - - комплекс работ – совокупность работ, заканчивающихся выпуском общего комплекта проектных документов;

- - интегрированные работы – выпуск комплекта документов: поддержка и автоматическое обновление базы данных; внесение данных в экспертную систему; выдача наряду с типовым комплектом документации прогнозов, рекомендаций, экспертных оценок проекта; информационный обмен с сетями баз данных.
- Одна из основных технологических групп задач – разработка и автоматизация типовых проектных процедур, включающих декомпозицию, симплификацию, унификацию, композицию и синтез, взаимосвязана с группой задач оптимальной классификации и кодирования входной информации.

- Поскольку невозможно для ряда задач полностью автоматизировать процесс проектирования, актуальным является эффективное интерактивное общение пользователя с ЭВМ. Этот подход особенно важен при использовании ГИС, так как большое количество информации в таких системах требует специальных экспертных решений, не входящих в методы типового проектирования или моделирования. Интерактивная обработка для удобства общения пользователя с ЭВМ требует специального лингвистического обучения. Как вспомогательная возникает задача автоматизированного обучения пользователя ГИС.
- В процессе проектирования наиважнейшими остаются задачи оптимизации, например, задача оптимального выбора структуры процесса проектирования или оптимизации самого проектного решения. Оптимальные решения можно выбирать разными путями, используя метод имитационного моделирования, векторные критерии оценки качества и т.п.

- В большинстве САПР проект создается на основе типовых проектных процедур, типовых проектных решений, типовых элементов проекта. Этот подход полностью приемлем для ГИС, но при наличии хорошо организованной базы данных и интегрированной информационной основы.
- Отметим различие на уровне УМХ между ГИС и САПР. В ГИС графическая информация значительно сложнее и больше по объему по сравнению с аналогами в САПР. Кроме того, в ГИС возможно наличие видеобаз для хранения видеоинформации, а в САПР такие базы, как правило, отсутствуют. Следовательно, разработка и эксплуатация БД в ГИС должны проводиться более углубленно по сравнению с САПР. Простой перенос технологий БД или использование систем управления базами данных (СУБД) без технологических изменений, учитывающих специфику данных и их метод обработки в ГИС, не обеспечит максимального эффекта от применения баз данных в ГИС.



- **Моделирование.** Выбор методов моделирования определяется главным образом предметной областью объекта моделирования. Построение моделей основано на их представлении в виде совокупностей декларативных, процедурных, семантических, метрических информационных массивов.
- Моделирование с использованием аналитических моделей находит широкое применение для тех классов объектов, которые легко описываются аналитическими выражениями.
- В случае использования неоднородных компонентов применяется структурно-процедурная модель процессов автоматизации проектирования, учитывающая свойства этих компонентов.



- Для моделирования проектируемого объекта используют двухкомпонентную модель, включающую структурно-иерархическую и функционально-геометрическую части. Такой же подход применяется в некоторых ГИС.
- Для САПР, имеющих разнородную (гетерогенную) структуру, на ранней стадии проектирования целесообразно моделирование для устранения погрешностей и сокращения общего времени проектирования.
- В большинстве случаев эффективность проектирования обусловлена возможностью использования наборов базовых моделей для решения многих задач. Для многократного использования модели целесообразно ее хранение в виде компонентов, определяемых на заданных общих типах или подклассах моделей данных. Это относится как к цифровой модели местности, так и цифровой модели объекта.

- В САПР применяют только цифровые модели объекта с высокой степенью типизации информации. В ГИС цифровое моделирование значительно сложнее, а класс цифровых моделей включает большее число типов, чем в САПР, причем типизация цифровых моделей в ГИС меньше, чем в САПР.
- При проектировании нетиповых и сложных объектов используют интерактивное и логическое проектирование, реализуемое в большинстве случаев с помощью сценария, как в САПР, так и в ГИС.
- Процессы моделирования в САПР могут включать совокупность разных уровней: схемного, логического, вентильного, системного.
- В ГИС не применяются схемные и вентильные уровни, поэтому их рассмотрение будет опущено.

- Системный уровень моделирования позволяет оценивать общие свойства проектируемой системы при функционировании ее в заданном окружении. Во многих ГИС на этом уровне описываются только начальная стадия обработки или основные концепции. Однако до формализованного описания технологий моделирование на этом уровне не доводится.
- Логический уровень дает возможность построить логические схемы и использовать исчисление предикатов для оценки оптимальности процессов обработки в системе или структуры самой системы. В ГИС на этом уровне осуществляют проектирование ГИС как системы, проектирование процессов обработки информации, описание обработки некоторых данных.

### 3.3. Автоматизированные справочно-информационные системы

- Автоматизированная справочно-информационная система использует ЭВМ на этапах ввод, обработки и выдачи справочных данных по различным запросам потребителей. Она представляет собой развитие информационно-поисковых систем, обеспечивающих ранее выполнение функций автоматизации архивов и информационного поиска.
- Существует ряд специфических ГИС, рассматриваемых как архивы. Подобно архиву каждая ГИС хранит какую-либо информацию. Поэтому технологии АСИС интересны для использования в ГИС именно с целью организации хранения архивных данных.

- Технологии АСИС эффективны на втором и третьем системных уровнях обобщенной ГИС (рис.2.4). Технологическая совместимость АСИС и ГИС проявляется на этапах хранения, обновления информации (второй уровень) и выдачи разного рода справок, отчетов, графических отражений (третий уровень).
- В современных интегрированных информационных системах АСИС утратили значение независимых систем и преобразовались в более мобильные и универсальные подсистемы документационного обеспечения. Другим направлением их развития являлись экспертные системы, о которых речь пойдет ниже.



- Для современных АСИС характерны преимущества системного направления развития:
- - многофункциональность, т.е. способность решать разнообразные задачи;
- - одноразовость подготовки и ввода данных;
- - независимость процесса сбора и обновления (актуализация) данных от процесса их использования прикладными программами;
- - независимость прикладных программ от физической организации базы данных;
- - развитие средства лингвистического обеспечения.
  
- Все это технологически совместимо с представлением информации в ГИС. Тем не менее, имеется существенное отличие.



- В ГИС по сравнению с АСИС графическая информация значительно сложнее и занимает большой объем. В обеих системах могут быть видеобазы данных для хранения видеоинформации, однако между ними существует качественное различие.
- В ГИС видеоданные (изображения объектов) получены с высоким разрешением, поскольку используются как для визуальной оценки, так и для высокоточной геометрической обработки. В АСИС видеоданные, как правило, служат только для визуального просмотра.
- Для полного решения какой-либо информационной задачи в информационных системах необходимо, чтобы ЭВМ понимала смысл текста, написанного на естественном языке, что тесно связано с проблемой искусственного интеллекта.

- Информация, хранимая в АСИС, разделяется по различным признакам:
- 1) по временному фактору – ретроспективная, текущая и прогнозная;
- 2) по тематической деятельности – узкотематическая и широкотематическая;
- 3) по производственной принадлежности – служебная (учрежденческая), отраслевая и межотраслевая;
- 4) по характеру применения – рабочая и концептуальная.
  
- В зависимости от формы хранения АСИС подразделяется на документографические (текстовые) и фактографические.

- Информационным массивом документографической АСИС служат разные неформализованные (слабо типизированные данные) документы (цитаты, статьи, письма и т.д.) на естественном или ограниченном искусственном языке, например, текстовые файлы, получаемые с помощью текстовых процессоров.
- Информационный массив фоторграфической АСИС составляется из формализованных записей (сильно типизированных данных), например, записей базы данных или электронных таблиц.
- Фактографические электронные системы предполагают составление специальных форм документов для ввода информации в ЭВМ.
- Таким образом, разработка фоторграфических АСИС связана с необходимостью создания стандартных форм и методов контроля информации. Эти требования распространяются и на ГИС.

- Следует отметить, что, как и в АСИС, в ГИС информация имеет временную характеристику.
- Разработка информационной основы – первоочередная задача проектирования и функционирования АСИС (также и ГИС). При этом необходимо решать задачи структуризации, кодирования и классификации данных.
- Созданию информационной основы должны предшествовать изучение информационных потребностей пользователя, видов запросов, анализ предметной области, базовых и составных моделей данных.
- Рост объема информации в автоматизированных архивах, информационных системах, базах данных наряду с внедрением сетевых информационных структур обмена информацией требует создания новых методов не только фильтрации и выбора нужной информации, но и оценки ее использования.

- Следует отметить следующие особенности архивов, создаваемых на основе технологий ГИС, в частности то, что библиотека карт является традиционным архивом, в котором данные классифицируются как тематически, так и географически.
- Преимуществом построения архивов на основе ГИС является возможность использования старых и минимального количества новых данных для оперативного синтеза новых картографических материалов. Многие задачи синтеза и получения картографических композиций требуют экспертных решений. Это более эффективно по сравнению с БД решают экспертные системы. Следовательно, их применение в ГИС более актуально, чем во многих АСИС.



- Сравнивая модели и методы использования экспертных систем в ГИС, САПР, АСНИ и АСИС, можно отметить следующие различия. Если в АСНИ применяются, как правило, сложные, комплексные, динамические, многопараметрические модели, то в САПР, АСИС и ГИС наблюдается тенденция к типизации, т.е. к использованию типовых элементов, и декомпозиции сложных объектов на типовые.
- Кроме того, если предметом моделирования в АСНИ являются в большей степени процессы и в меньшей – объекты, то в САПР наоборот: в первую очередь – объекты, во вторую – процессы (технологические). В АСИС предмет моделирования – формы данных.



- В ГИС целью моделирования является: на уровне сбора и первичной обработки информации – создание моделей данных, на уровне моделирования и хранения – построение моделей геообъектов, на уровне представления – получение разнообразных форм данных.
- Во всех системах можно выделить общее – использование цифровых моделей.
- Подводя итог сравнения ГИС и автоматизированных систем общего назначения с использованием результатов системного анализа ГИС, т.е. представления ее в виде трех системных уровней (рис. 2.4), можно сделать следующие выводы.
- ГИС интегрирует в себе технологии всех трех рассмотренных систем (рис. 3.1).

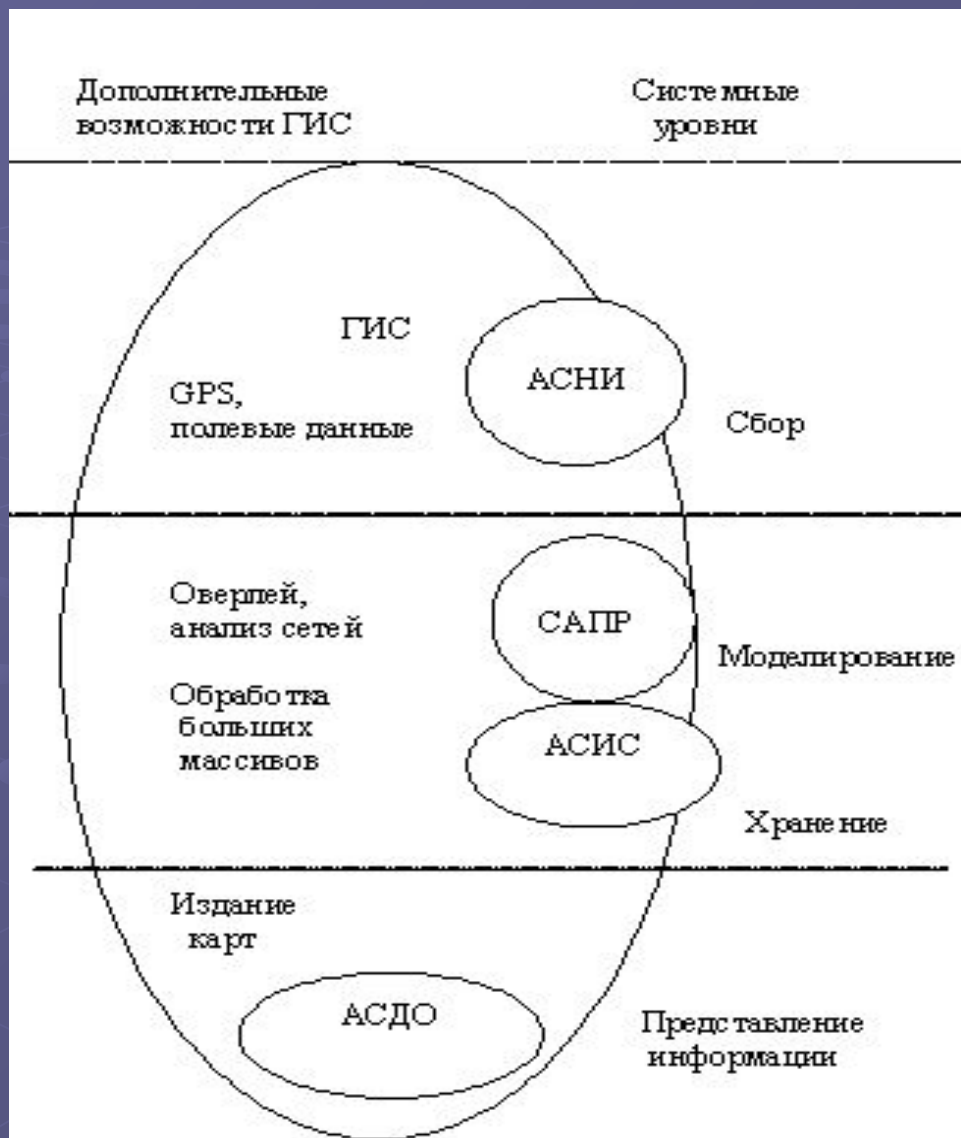


Рис. 3.1. Дополнительные возможности ГИС по сравнению с автоматизированными системами на разных системных уровнях

- Большое распространение получают ГИС как системы принятия решений. Ранее такими системами были АСУ. Проводя сравнение ГИС и АСУ (рис.3.2) по тем же трем системным уровням, можно прийти к следующим выводам.
- АСУ полностью интегрирована в ГИС и может быть рассмотрена как подмножество этой системы.



Рис. 3.2. Дополнительные возможности ГИС по сравнению с АСУ по основным уровням обработки данных

## 3.4. Применение экспертных систем в ГИС

### 3.4.1. Характеристика ЭС

- Экспертную систему от других автоматизированных систем на этапе ее использования отличают большая интеллектуальность, специализация и ориентация на решение задач в определенной области.
- **Экспертные системы** можно рассматривать как класс автоматизированных информационных систем, содержащих базы данных и базы знаний, способных осуществлять анализ и коррекцию данных независимо от санкции пользователя, анализировать и принимать решения, как по запросу, так и независимо от запроса пользователя и выполнять ряд аналитически-классификационных задач.

- Основными преимуществами ЭС перед другими автоматизированными системами являются:
- - возможность решения оптимизации или получения оценок новых классов трудноформализуемых задач, реализация которых на ЭВМ до недавнего времени считалась затруднительной и невозможной;
- - обеспечение возможности пользователю-непрограммисту вести диалог на естественном языке и применять методы визуализации информации для эффективного использования ЭВМ и решения задач в своей предметной области;
- - накопление данных, знаний, правил использования знаний, правил самообучения ЭС для получения все более достоверных и квалифицированных выводов или решений, включая не санкционированные пользователем;



- - решение вопросов или проблем, которые сам пользователь не в состоянии решить либо из-за отсутствия у него информации, либо из-за ее многообразия, либо из-за длительности обычного решения даже при помощи ЭВМ;
- - возможность создания индивидуальных специализированных ЭС за счет использования развитых инструментальных средств и личного опыта пользователя-разработчика этой системы.
- В основе структуры информации, закладываемой в экспертную систему, лежат два принципа представления знаний – поверхностный и глубокий. Первый реализуется с помощью правил, второй – с помощью фреймов.

- При создании экспертных систем возникают как минимум три проблемы:
- 1) обеспечение достаточной полноты информации, заносимой в память. Это требует выделения ключевых (основополагающих) знаний и установления их взаимосвязи в структуре данных, а также создания и использования такой системы кодирования, которая бы позволила эффективно применять эту информацию для решения практических задач;
- 2) получение эффективной оценки качества функционирования ЭС и выработка соответствующих критериев. Трудность кроется в том, что знания специалистов – это не просто сумма сведений и фактов. Формальные попытки учета многомерности связей путем добавления новых для представления отношений отдельных элементов могут привести к чрезмерной «жесткости» системы, и она станет «закрытой» для добавления новых элементов и установления их связей с существующими;

- 3) возможность получения недостоверного результата из-за вероятностного характера структуры решаемых задач и синтеза знаний.
- Решение перечисленных проблем является необходимым, но недостаточным условием применения ЭС в ГИС.
- Сформулируем требования, при которых разработка ЭС целесообразна (эффективна):
  - - наличие экспертов, желающих передать системе свои знания;
  - - существование проблемной области, в которой эксперты могут вербализовать свои методы решения задач;
  - - существование сходимости решений в данной проблемной области у большинства экспертов (минимум рассогласования);

- - значимость задач в проблемной области, т.е. они должны быть либо сложными, либо недоступными для решения неспециалистом, либо требующими значительных затрат;
  - - наличие большого объема данных и знаний для решения задач;
  - - использование эвристических методов в связи с неполнотой и изменчивостью информации в предметной области.
- Возможность решения трех вышеупомянутых проблем и выполнение перечисленных требований является необходимым и достаточным условием применения ЭС в геонформационных системах.

- Существует большое число ЭС, различающихся своими функциональными возможностями и методами принятия решений.
- Планирующие ЭС предназначены для выработки программы действий, необходимых для достижения определенных целей.
- Прогнозирующие ЭС должны предсказывать сценарий будущего, основываясь на событиях прошлого и настоящего, т.е. выводить вероятные следствия из заданных ситуаций. Для этого в прогнозирующих ЭС используются динамические параметрические модели.
- Диагностирующие ЭС имеют способность находить причины аномальности наблюдаемых явлений. Основой для анализа служат наборы данных, с помощью которых выявляются отклонения от эталонного поведения и в результате ставится диагноз.



- Обучающие ЭС должны предоставлять возможность пользователям ставить диагноз и анализировать ошибки в заданных областях. От таких систем требуется умение формировать гипотезы о знаниях и поведении, определять соответствующие обучающие методы и способы действий.
- К наиболее важным этапам создания экспертных систем могут быть отнесены концептуализация, идентификация, формализация, реализация, тестирование, внедрение, сопровождение и модернизация.

- Можно выделить несколько групп задач, требующих применения экспертных систем в ГИС:
  - - обработка видеоизображений;
  - - преобразование растровых изображений в векторные графические модели;
  - - обработка картографической информации;
  - - обработка разнородной информации;
  - - построение моделей объектов или местности;
  - - анализ моделей ГИС;
  - - получение решений на основе геоинформации.
- 
- Структурная схема экспертной системы ГИС соответствует типовой ЭС (рис. 3.3). Главной проблемой при создании экспертных систем в ГИС остается разработка моделей пространственных данных, требуемых для объединения внутри ГИС данных дистанционного зондирования и картографической основы.



Рис. 3.3.Схема обобщенной экспертной системы

- ГИС являются хорошей средой для внедрения методов искусственного интеллекта и экспертных систем. Это вызвано, с одной стороны, разнообразием и сложностью данных в ГИС, с другой стороны – наличием большого числа экспертных задач при использовании ГИС. В частности, для ГИС созданы экспертные системы, применяемые для решения разных задач: получение композиции карт, выделения элементов нагрузки, получение тематических карт, поддержка принятия решений, построение оверлейных структур и т.д.