

Базовые функции программных средств ГИС

Система базовых функций программных средств ГИС основывается на представлении ГИС-оболочки как системы отдельных, но связанных между собой программных блоков, обеспечивающих реализацию ГИС-технологии.

Такой подход отражает структурность и модульность программного обеспечения ГИС, в котором отдельные программные компоненты реализуют отдельные укрупненные технологические процессы ГИС, которые могут выполняться раздельно во времени

Система включает 10 блоков:

- обеспечение взаимодействия с пользователями (интерфейс);
- сбор пространственных данных;
- создание и управление базами пространственных данных;
- экспорт/импорт данных;
- преобразование данных;
- пространственный анализ;
- картографическое отображение информации;
- формирование конечного ГИС - продукта;
- обеспечение разработки ГИС-приложений;
- администрирование ГИС

1. Обеспечение взаимодействия с пользователями

Данная группа функций предназначена для обеспечения взаимодействия пользователя с программным обеспечением ГИС (ПО ГИС) посредством интерфейса.

При этом функции интерфейса составляют две группы:

- функции служебного интерфейса для осуществления действий системного администратора ГИС по обеспечению работоспособности системы;
- функции интерфейса конечного пользователя

Основными функциями конечного пользователя являются следующие:

- использование русскоязычных терминов предметной области ГИС;
- настройка элементов интерфейса под требования конкретного пользователя;
- разграничение доступа к операциям в зависимости от прав пользователя, доступ по паролю;
- использование ниспадающих и всплывающих меню, горячих клавиш;
- выбор команд с подсказками или без подсказок;
- получение ответов по умолчанию;
- выдача сообщений о состоянии выполнения операций (выполнение, длительность операции, сбой, завершение и др.);

- выводение предупреждающих сообщений перед выполнением ответственных операций;
- защита от некорректного использования операций;
- отмена выполняемой команды с сохранением предыдущего состояния;
- возврат после выполнения команды к исходному состоянию до выполнения этой команды;
- выдача пользователю дружественных сообщений об ошибках;
- восстановление после программной ошибки;
- доступ к контекстной гипертекстовой справочной системе (Help-системе);
- доступ к машинному руководству пользователя.

2. Сбор геопространственных данных

Этот блок функций обеспечивает непосредственное получение данных картографическим методом либо отбором из отраслевых баз данных нужной для формирования моделей и решения задач геоинформации. Пространственное определение отраслевых данных выполняется как координатным методом, так и привязкой к контурам топографической или географической карты.

Функции этой группы образуют 5 функциональных подгрупп, объединяющих однотипные функции с разными режимами выполнения.

1. Векторизация по растру:

- ручная оцифровка точек и контуров;
- полуавтоматическая оцифровка точек и контуров;
- автоматическая оцифровка точек и контуров.

2. Кодирование и идентификация объектов:

- кодирование объектов по их характеристическому свойству вводом с клавиатуры;
- выбор кодов объектов по их характеристическому свойству из меню текстовых значений;
- задание кодов по умолчанию и дублированию предыдущих значений;
- присвоение объектам идентификаторов вручную;
- автоматическое присвоение идентификаторов объектам.

3. Задание топологии:

- установка узлов автоматически или вручную;
- установка дуг (ребер) автоматически или вручную;
- задание полигонов из дуг автоматически или вручную;
- автоматическое замыкание полигонов;
- притягивание конечных точек линий к узлам автоматически или вручную;
- связывание сложных полигонов с одним или более внутренними вырезанными областями автоматически или вручную;
- определение центроида полигона автоматически или вручную.

4. Задание атрибутов:

- связывание атрибутов с пространственными объектами по идентификатору или центроиду;
- ввод атрибутов в интерактивном режиме с клавиатуры или из меню;
- ввод атрибутов в пакетном режиме с привязкой по идентификатору или центроиду.

5. Выявление и устранение ошибок, редактирование модели:

- контроль качества растра (деформация оригинала, разрешение, наличие случайных изображений) и его исправление;
- контроль качества векторизации (перехлест или недоведение линии при примыкании к пересекаемой линии, замыкание полигонов) и коррекция геометрической модели в интерактивном или автоматическом режимах;
- контроль формата и корректности координат точек в интерактивном или автоматическом режимах;
- контроль корректности топологии и коррекция геометрической модели в интерактивном или автоматическом режимах;
- перемещение, изменение, добавление векторных объектов в интерактивном режиме;
- контроль корректности, изменение и добавление идентификаторов объектов в интерактивном режиме;
- контроль правильности и полноты задания, изменение и добавление кодов объектов в интерактивном режиме.

3. Создание и управление базами геопространственных данных

Специфика функций этой группы проявляется в организации данных позиционирования с учетом координатных систем, пространственных моделей и масштабов картографирования территорий.

Наиболее важными являются следующие функции:

- задание внутренней для ГИС модели данных, обеспечивающей описание объектов произвольного типа;
- обеспечение многоуровневого (по масштабам) представления территории с согласованием координатных систем;
- введение данных о качестве информации, включающих происхождение, точность данных, детальность и полноту (в том числе пообъектно);
- ввод и организация растровых данных (фильтрация, сшивка) по листам или по участкам территории;
- ввод и организация векторных данных (сводка, сверка, сшивка –интерактивное или автоматическое соединение геометрически смежных объектов, перекрывающихся или разделенных, клиппирование, добавление и/или удаление точек) по листам или по участкам территории;

- ввод и изменение атрибутивных данных (изменение идентификаторов, объединение кодов);
- обеспечение организации массивов данных по типу локализации, теме, классам объектов;
- поддержка проектов баз данных (совокупности данных на определенную территорию для решения конкретной пространственной задачи);
- поддержка последовательного, прямого и по ключу доступа к данным;
- управление связями атрибутивных данных и данных позиционирования;
- обеспечение обновления данных (добавления, удаления, модификации);
- возможность отслеживания транзакций баз данных;
- возможность устанавливать полномочия на чтение/запись в базах данных;
- просмотр баз данных;
- возможность восстановления баз данных после аварийных ситуаций

4. Экспорт/импорт данных

Функции экспорта и импорта данных призваны обеспечить взаимодействие ГИС с другими информационными системами.

Практически эта группа содержит **три базовых функции**:

- конвертация из ряда внешних данных в форматах других систем во внутренний формат ГИС (экспорт данных);
- конвертация данных из внутреннего формата ГИС в данные в форматах других систем (импорт данных);
- поддержка распространенных (практически стандартных по факту) международных обменных форматов.

5. Преобразование данных

Функции данной группы направлены на получение из баз данных и преобразование пространственных данных с целью их подготовки для пространственного анализа и картографического отображения. В их совокупности можно выделить несколько подгрупп функций.

1. Поиск и отбор данных:

- отбор пространственных данных (атрибутивных, позиционирования) по заданной области в виде прямоугольника, круга или многоугольника на экране монитора;
- отбор пространственных данных (атрибутивных, позиционирования) по заданной области, соответствующей пространственному объекту площадного типа;
- отбор пространственных данных (атрибутивных, позиционирования) по указанию курсором на графическом изображении;
- отбор пространственных данных (атрибутивных, позиционирования) по идентификатору или совокупности идентификаторов объектов;
- отбор пространственных данных позиционирования по заданным атрибутам.

2. Реструктуризация данных:

преобразование данных из векторного представления в растровое (растеризация);

- сжатие (архивация) или разархивация растровых данных;
- изменение размера растровой ячейки (разрешения растра);
- исключение лишних точек прямолинейных контуров;
- сглаживание контуров с сохранением кривизны и формы

3. Трансформация данных:

- преобразование данных из одних систем координат в другие (ротация, сдвиг, масштабирование);
- математическое согласование векторных и растровых данных методами трансформации (с применением эластичных преобразований);
- трансформация карт из одних проекций в другие при известных параметрах проекций;
- трансформация карт из одних проекций в другие при неизвестных параметрах проекций;
- согласование данных разных проектов на одну территорию при интегрировании данных из разных источников с разной математической основой

6. Пространственный анализ

Функции этой группы охватывают всю аналитическую и моделирующую область функционирования ГИС и обеспечивают решение пространственных специфических задач, т. е. те действия, ради которых собственно и создаются ГИС.

Это наиболее важные функции ГИС, и от их эффективности напрямую зависит эффективность и полезность самих ГИС.

Все множество базовых функций пространственного анализа можно представить в виде совокупности 8 подгрупп.

1. Определение геометрических характеристик геопространства (измерительные операции):

- 1) длины прямой или ломаной между двумя заданными точками;
- 2) длины кривой между двумя заданными точками;
- 3) периметра полигона;
- 4) площади полигона;
- 5) кратчайшего расстояния от заданной точки до линии или полигона;
- 6) кратчайшего расстояния между линиями и полигонами.

2. Определение топологических характеристик геопространства (пространственных отношений объектов):

- 1) включение (объект В включен в объект А);
- 2) содержание(объект А содержит объект В);
- 3) пересечение (объект А пересекает объект В);
- 4) примыкание (объект А примыкает к объекту В);
- 5) соседство(объект А - сосед объекта В).

3. Выполнение булевых операций над объектами

- 1) Объединение множеств A и B ($A \cup B$) – множество элементов, которые принадлежат хотя бы одному из множеств A , B .
- 2) Пересечение множеств A и B ($A \cap B$) - множество элементов, которые принадлежат множествам A и B .
- 3) Разность множеств A и B ($A \setminus B$) - множество элементов A , которые не содержатся в B .

4. Построение буферных зон

Буферная зона - область, ограниченная эквидистантными линиями

Строится вокруг объектов разной пространственной локализации (точек, линий, полигонов) в двух вариантах:

- при постоянном значении влияния различных факторов – (буферизация без взвешивания),
- в зависимости от влияния какого-либо фактора – (буферизация со взвешиванием).

5. Оверлей – топологическое наложение слоев:

Операция наложения друг на друга двух и более слоев, в результате которой образуются:

- **графическая композиция исходных слоев (графический оверлей);**
- **один производный слой, содержащий композицию пространственных объектов исходных слоев, топологию этой композиции, атрибуты, арифметические или логические производные от значений атрибутов исходных объектов.**

В зависимости от пространственной локализации объектов различают 9 типов оверлея:

- 1) Точки – на точки, на линии, на полигоны:**
- 2) Линии – на точки, на линии, на полигоны:**
- 3) Полигоны – на точки, на линии, на полигоны:**

6. Анализ сетей (сетевой анализ)

Сетевой анализ - группа пространственно-аналитических операций над линейными объектами, образующими сетевые структуры

- 1) поиск кратчайшего пути между двумя точками сети (по какому-то фактору – например, по расстоянию, по времени, по затраченным ресурсам);
- 2) выбор оптимального (по разным факторам) маршрута на множестве точек сети (задача коммивояжера)
- 3) распределение ресурсов и размещение центров сети;
- 4) поиск ближайшего соседа) по какому то фактору).

7. Анализ поверхностей:

- 1) вычисление углов наклона, определение линий стока;
- 2) определение экспозиции склонов;
- 3) построение изолиний и генерация профилей заданных сечений;
- 4) интерполяция высот;
- 5) определение границ зон видимости/невидимости;
- 6) моделирование сети тальвегов и водоразделов;
- 7) вычисление объемов относительно заданной плоскости по модели рельефа;
- 8) оконтуривание водосборных бассейнов;
- 9) генерация трехмерных изображений;
- 10) совмещение трехмерных и двухмерных изображений

8. Анализ распределения объектов в пространстве:

- Расстановка (равномерная, неравномерная);
- упорядоченность;
- концентрация или рассредоточенность;
- связность или бессвязность.

Картографическая визуализация:

- создание, редактирование, ведение и использование библиотеки условных обозначений (графических атрибутов);
- назначение, построение и редактирование условных обозначений к классам объектов для всех типов локализации (точечных, линейных, площадных);
- построение условных обозначений в растровом и/или векторном форматах;
- поддержка стандартных картографических условных обозначений;
- создание, редактирование, ведение и использование библиотеки тематических слоев;
- наложение, комбинирование, исключение и добавление классов объектов в тематических слоях в произвольном порядке;
- наложение, комбинирование, исключение и добавление тематических слоев в произвольном порядке и в заданном режиме отображения (с закраской фона, с просвечиванием фона);
- масштабирование изображения (выделенного участка, всей территории) произвольно или с заданным коэффициентом масштабирования;

- перемещение изображения в окне с заданием шага перемещения по горизонтали и вертикали, центровки изображения по указанию курсором его центра или по заданию объекта атрибутами;
- возврат к предыдущим изображениям;
- совместное использование растровой подложки и векторного изображения;
- установление и снятие условия невидимости или видимости объектов;
- вывод надписей к заданному классу объектов, снятие невидимости и показ ранее невидимых надписей;
- вывод зарамочного оформления и легенды листа ЦКИ;
- выделение одного или нескольких объектов на ЦКИ (указанием курсора, заданием семантики, по запросу на отбор объектов по территории, по топологическим характеристикам, по логическим условиям на атрибутивные данные);
- вывод разных картографических изображений на один участок территории в нескольких окнах и осуществление их взаимного согласования при перемещениях;
- отображение вложенных графических (карт, фотографий, схем, рисунков) и текстовых файлов к отдельным объектам ЦКИ;
- получение картограмм по статистическим показателям и их отображение.

8. Формирование конечного продукта ГИС-обработки

Эта группа функций ориентирована на создание выходных документов по результатам ГИС-обработки:

- формирование текстовых отчетов (в том числе таблиц) в соответствии с заданной структурой и формой представления;
- формирование и вывод графических изображений на графические терминальные устройства (плоттеры, принтеры);
- формирование и вывод ЦКИ, размер которых превышает размер рабочего поля терминального устройства;
- формирование и вывод картограмм;
- формирование цифровых и электронных карт, атласов);
- формирование цифровой справочно-картографической мультимедийной продукции (справочно-картографических ГИС).

9. Обеспечение разработки ГИС-приложений

Данная группа функций предназначена для разработки ГИС-приложений, отражающих специфические задачи и содержание конкретной предметной области, и включает следующие функции:

- использование специализированного встроенного языка программирования и среды разработки;
- использование макроязыка функций и операций системы для разработки приложений на встроенном языке программирования;
- использование библиотек процедур и функций системы для внешнего языка программирования;
- создание и расширение библиотек функций и операций системы;
- использование технологий динамического обмена данными между оболочкой и приложением

10. Администрирование системы

Функции, составляющие данную группу, призваны обеспечить управление системой и ее работоспособность:

- использование инсталляционной программы установки системы с контрольным примером;
- регистрация пользователей и их прав доступа; • настройка системы на конкретный проект ГИС;
- защита системы от несанкционированного доступа и аварийных ситуаций;
- восстановление работоспособности системы после аварийных ситуаций;
- использование руководства пользователя, системы помощи и обучающей программы;
- ведение статистики работы системы

Рассмотренная система функций может применяться для целей оценки возможностей конкретного программного пакета, сравнения различных программных пакетов ГИС, разработки технических заданий для создания инструментальных программных средств ГИС, для сертификации программных средств ГИС.