

УДК 628.8(574)

*И. И. ШАКИБАЕВ<sup>1</sup>*

## СОВРЕМЕННЫЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИИ В ПРАКТИКЕ МЕЛИОРАТИВНОЙ СЛУЖБЫ КАЗАХСТАНА

ҚР СРК АШМ Жетісу гидрогеологиялық-мелиоративтік экспедициясының өндірілген геоақпараттық жүйесінің жұмыс істеу принципі, құрамы мен ұйымдық құрылымы қарастырылған. Бұл жүйе ақпаратты жүйелендірілген жинақтау, өңдеу, кеңістіктік нысандарды қалыптастыру, тематикалық карталарды автоматты режимде құрастыру, қажетті оперативті және аналитикалық ақпаратты алуды суармалы жерлерде мониторинг жүргізу барысында іске асыруды қамтамасыз етеді.

Рассмотрены организационная структура, состав и принцип работы геоинформационной системы, разработанной в Жетысуской гидрогеолого-мелиоративной экспедиции КВР МСХ РК. Использование данной системы позволяет осуществлять систематизированный сбор информации, обрабатывать ее, формировать пространственные объекты, выполнять в автоматическом режиме построение тематических карт и получать необходимую оперативную и аналитическую информацию при проведении мониторинга орошаемых земель.

Structural determination, components and principle of operation of GIS, devised by the Zhetysu hydrogeological meliorative expedition, are considered. Using this system makes it possible to get systematic data, process them, form three-dimensional objects, automatically compile thematic maps and get necessary rapid analytical information when irrigated land monitoring.

Жетысуская гидрогеолого-мелиоративная экспедиция КВР МСХ РК осуществляет мониторинг

орошаемых земель в Алматинской и Жамбылской областях на общей площади 700 тыс. га, а также на объектах Проекта усовершенствования ирригационных и дренажных систем, реализованного по Займу Международного банка развития и реконструкции на площади 21 332 га в разных областях Казахстана. В процессе мониторинга проводятся полевые наблюдения за почвенно-мелиоративными, гидрогеологическими, гидрохимическими, водохозяйственными, сельскохозяйственными и агроклиматическими условиями, которые используются для оценки мелиоративного состояния орошаемых земель и степени воздействия на окружающую среду этих территорий. Для систематизации и анализа такого большого количества данных, которые представляют как цифровые показатели, так и картографические материалы, удобнее применять геоинформационные системы (ГИС). Современные ГИС-технологии в значительной степени облегчают этот процесс за счет обеспечения быстрого доступа к большим объемам информации и возможности их аналитической обработки.

Для проведения этих работ нами создана интегрированная ГИС «Мониторинг орошаемых

земель», обеспечивающая централизованное хранение и управление совокупностью взаимосвязанных данных, которые адекватно отображают состояние исследуемых объектов. Структура ГИС позволяет вести системное накопление, хранение, оценку и анализ разнородной информации, которые собираются в процессе проведения мониторинга. Систематизация и обработка проводятся по различным ретроспективным и фактическим данным и характеристикам подземных, дренажных и поверхностных вод, почв, по мелиоративным, климатическим, водохозяйственным и экономическим показателям.

Структура ГИС представляет многоуровневую систему, построенную по уровням иерархии и связанным с ним объектам управления. ГИС построена по административному принципу: блоки представлены по административным областями и по ее составляющим – административным районам, далее массивам орошения – хозяйствам. Для каждого уровня в ГИС определены источники поступления и характер вводимой информации. Информация на этих уровнях имеет преимущественно осредненный, агрегированный, вычислительный и аналитический характер.

<sup>1</sup> Казахстан. 050046, г. Алматы, Гайдара, 253, Жетысуская гидрогеолого-мелиоративная экспедиция Комитета по водным ресурсам МСХ РК.

На входе информационной системы входная информация соответствует основным объектам информационных блоков, а на выходе структура информации определяется потребностями пользователей и может принимать текстовой, графический, табличный или картографический вид.

ГИС спроектирована таким образом, что работать на ней могут пользователи, не имеющие специальной подготовки по программированию. Для этого разработан интерфейс, который позволяет осуществлять удобный и естественный диалог пользователя с системой.

Формирование базы данных ГИС осуществляется «снизу-вверх», т.е. информационные потоки (уровни грунтовых вод, химический состав, объемы водоподачи и водопотребления, качество поливных вод, мелиоративное состояние и др.) вводятся на самом нижнем уровне иерархии и, проходя через иерархические уровни, подвергаются агрегированию.

Информация в базе данных ГИС хранится в виде соответствующих информационных таблиц, которые содержат информацию, характеризующую различные объекты (гидрогеологические, почвенные, водохозяйственные, климатические и экономические и т.д.). Каждый объект характеризуется несколькими соответствующими таблицами, каждая из которых выступает в качестве определенного свойства объекта.

База данных ГИС состоит из следующих функциональных компонентов: Мониторинг почв, Мониторинг подземных вод, Мониторинг поверхностных и дренажных вод, Мониторинг использования орошаемых земель, Климат, Отчеты, Диаграммы и графики, Картографический материал, Администрирование, Справочники. При этом каждый компонент включает в свой состав информацию, соответствующую его функциональному назначению.

Для создания ГИС использовалась операционная система WINDOWS XP, СУБД ACCESS97, сервисные программы, входящие в стандартный комплект Microsoft Office, а также ГИС-программы – ARC VIEW/INFO и MAPINFO, являющиеся составной частью картографической базы данных.

Программное обеспечение ГИС позволяет отображать информацию, содержащуюся в базе

данных в виде:

диалоговых форм (таблиц) – для ввода, корректировки, просмотра и анализа исходных данных в таблицах, а также просмотра и анализа агрегированных данных;

отчетов – для получения бумажной копии информации и ее дальнейшего анализа;

графиков и диаграмм – для просмотра и анализа информации в графическом виде;

тематических слоев, рабочих наборов и карт – для просмотра и анализа информации в картографическом виде.

Пользовательский интерфейс выполняет эффективную увязку всех компонентов ГИС в единую, целостную программно-информационную систему и отвечает следующим основным требованиям, предъявляемым к интерфейсу современных программных продуктов:

1. Унифицированность основных форм диалога и форм обработки данных – внешний вид, последовательность размещения и отображения данных на экране, формат аналогичных по функциональному назначению данных схожи.

2. Разовое задание ключевых параметров при работе с объектами для выбранных информационных компонентов и их составляющих.

3. Использование ключевых параметров по принципу «сквозных переменных» при работе с различными информационными компонентами, функциями отображения, объектами и их свойствами.

4. Естественность диалога – ведение диалога на русском и английском языках. Порядок ввода информации максимально приближен к тому порядку, в котором пользователь обычно обрабатывает информацию.

5. Последовательность – работа с разными частями системы (компонентами, таблицами и т.п.) приблизительно одинакова. Аналогичные по функциональному назначению поля, например ключевые параметры, представляются в одном и том же формате и даже размещаются в определенном месте на экране.

6. Краткость – ввод только минимума информации, необходимой для выполнения какой-либо функции.

7. Дружественная поддержка – предоставляет возможность получения общей или контекстно-зависимой информации (помощи), выдачи сообщений пользователю на те или иные события.

Рассмотрим подробнее содержание каждого компонента ГИС.

**Компонент «Мониторинг почв».** Интерфейс компонента предназначен для ввода, корректировки и анализа информации по скважинам, разрезам и площадкам, которые собираются при проведении почвенно-мелиоративных работ на орошаемых землях. Свойствами этих трех компонентов являются Засоление почв, Химический состав почв, Механический состав почв, Водно-физические свойства почв, Содержание пестицидов и гербицидов, Содержание микрокомпонентов в почве. Принцип работы с этим компонентом сводится к следующему: после установки значений для параметров «Область», «Район», «Массив», «Хозяйство» предоставляется доступ к списку объектов, связанных с выбранным хозяйством. Затем после выбора нужного свойства компонента «Мониторинг почв» загружается то или иное диалоговое окно. Из поля со списком выбирается наименование объекта, по которому необходимо ввести, корректировать или анализировать информацию. Далее вводится дата, для которой вносится значение в соответствующие информационные поля.

Для удобства пользователя в системе предусмотрена автоматизация некоторых расчетов. Так, в свойстве «Засоление» программой предусмотрено по содержанию плотного остатка автоматически классифицировать почвы по типу засоления. В свойствах «Содержание пестицидов и гербицидов», «Содержание микрокомпонентов» имеется возможность сравнить с установленной предельной допустимой концентрацией (ПДК) по введенным элементам и рассчитать процентное отклонение от ПДК.

В каждом диалоговом окне имеется кнопка «Печать», позволяющая получить бумажную копию информационных полей по выбранному объекту на заданную дату. При нажатии кнопки «Выход» осуществляются закрытие текущей формы и выход на предыдущий иерархический уровень.

**Компонент «Мониторинг подземных вод».** Интерфейс компонента позволяет вводить, корректировать и анализировать условно-постоянную информацию по подземным водам. Основными свойствами этого компонента являются «Паспорт наблюдательной скважины», «Результаты наблюдений за режимом подземных вод»,

«Химический состав подземных вод», «Содержание загрязняющих веществ в подземных водах», «Бактериологический анализ». Интерфейсом предусмотрено в свойствах «Результаты наблюдений за режимом подземных вод» автоматизация расчетов, т.е. вводится только измеренное значение уровня грунтовых вод (УГВ), а программа сама рассчитывает истинное значение УГВ и ее абсолютную отметку. В свойствах «Химический состав подземных вод» программа в автоматическом режиме вычисляет процентное соотношение анионов и катионов в формуле Курлова. В свойствах «Содержание пестицидов и гербицидов», «Содержание микрокомпонентов» имеется возможность сравнения с действующими ПДК по каждому элементу.

В свойствах «Результаты наблюдений за режимом подземных вод» в целях графического анализа информации имеется возможность построения различных, в том числе совмещенных графиков. Для этого в диалоговом окне имеется кнопка «Диаграмма», которая предоставляет пользователю возможность получить графическое отображение соответствующих информационных показателей за выбранный период времени или группы информационных показателей.

**Компонент «Мониторинг поверхностных и дренажных вод».** Основными свойствами этого компонента являются «Паспорт гидропоста», «Химический состав поверхностных вод», «Химический состав коллекторно-дренажных вод», «Содержание загрязняющих веществ в поверхностных водах», «Содержание загрязняющих веществ в коллекторно-дренажных водах», «Объем водозабора и водоподачи на орошаемые земли», «Объем коллекторно-дренажных вод». Открываемые диалоговые окна позволяют вводить, корректировать и анализировать условно-постоянную информацию по поверхностным и дренажным водам.

В свойствах «Химический состав поверхностных и дренажных вод» в формуле Курлова программа в автоматическом режиме вычисляет процентное соотношение анионов и катионов. В свойствах «Содержание пестицидов и гербицидов», «Содержание микрокомпонентов» имеется возможность сравнить с действующим ПДК по каждому ингредиенту и вычислить от него процентное отклонение.

Для графического анализа информации имеется возможность построения различных графиков показателей или группы информационных показателей за выбранный период времени.

**Компонент «Мониторинг использования орошаемых земель».** В структуру компонента входят свойства «Использование орошаемых земель», «Структура посевных площадей, урожайность и валовой сбор сельхозкультур», «Использование воды на орошение», «Распределение площадей по глубине залегания уровня и минерализации грунтовых вод на орошаемых землях».

При работе с этим компонентом из списка «Состав компонента» выбирается нужное свойство и на экране появляется запрошенная диалоговая форма. После установки значения для параметра «Область» система автоматически анализирует и формирует список лет, за которые имеется информация в базе данных и выводит этот список. Пользователю предоставляется доступ к вводу, корректировке и анализу информации, связанной с данной областью. Здесь устанавливается или вводится дата, а затем, выбирая из поля со списком соответствующий административный район, вводятся необходимые значения или осуществляется просмотр.

Для графического анализа информации имеется функция «Диаграмма», которая позволяет строить соответствующие информационные показатели или группы информационных показателей в виде диаграмм за выбранный период времени.

**Компонент «Климат».** В данном компоненте накапливается необходимая информация по метеорологическим станциям. Для работы с этим компонентом из списка «Состав компонента» выбирается свойство «Агроклиматические характеристики» и на экране появляется соответствующая диалоговая форма, которая позволяет вводить справочную информацию (Высота над уровнем моря, Широта, Долгота) по климатическим станциям, а также подекадную оперативную информацию (Дата, Среднедекадная температура воздуха, Сумма осадков, Относительная влажность) по каждой метеорологической станции.

**Компонент «Отчеты».** Интерфейс компонента позволяет формировать и анализировать информацию в разрезе областей. В состав компонента входят следующие свойства: «Распре-

деление площадей по глубине залегания уровня и минерализации грунтовых вод на орошаемых землях», «Использование орошаемых земель в сельскохозяйственном производстве», которые в последующем могут добавляться другими свойствами.

Диалоговая форма предназначена для работы по выбранной области на заданный год. Пользователю необходимо выбрать нужную область из списка областей, затем система определяет наличие информации по выбранной области, и в списке «Год» высвечивает список лет, за которые имеется информация. Далее выбирается определенный год, с которым следует работать. При необходимости эта информация может быть распечатана на бумажный носитель. Для удобства предусмотрена возможность конвертации табличной информации из ГИС в офисные программы Word или Excel для дальнейшего оформления и размещения в отчетах.

**Компонент «Диаграммы, графики».** Данный компонент предназначен для построения диаграмм по выбранной области на заданный интервал лет. Компонент состоит из свойств: «Динамика распределения площадей по глубине залегания уровня грунтовых вод на орошаемых землях» и «Динамика водозабора, водоподачи и дренажного стока на орошаемых землях», которые при необходимости могут также добавляться. При выборе из списка «Состав компонента» свойство «Динамика распределения площадей по глубине залегания уровня грунтовых вод на орошаемых землях» на экране монитора появляется запрошенная диалоговая форма. Затем выбирается нужная область из списка областей, и система определяет наличие информации по выбранной области и в списках «От» и «До» высвечивает список лет, за которые имеется информация. Далее выбирается нужный интервал лет и нажимается клавиша «Построить».

**Компонент «Картографический материал».** Работа с компонентом производится после того, как из списка «Состав компонента» будет выбрано свойство «Анализ, обновление, создание точечных графических объектов». Данный компонент предназначен для проведения анализа на соответствие между информационными объектами базы данных (Наблюдательные скважины, Точки наблюдения и т.д.) и их графическими точечными аналогами. При выборе кнопки

«Анализ» осуществляется аналитическая проверка по следующим показателям: количество информационных точечных объектов, имеющих географические координаты, количество информационных точечных объектов, не имеющих географических координат, общее количество информационных точечных объектов в разрезе их типов, количество графических объектов, являющихся графическими аналогами соответствующих информационных объектов в базе данных. Результаты выполнения функции аналитической проверки отображаются в соответствующей таблице, расположенной в нижней части диалоговой формы. Если количество информационных объектов, имеющих географические координаты, превосходит количество их графических аналогов, то рекомендуется выполнить функцию обновления через кнопку «Обновить». При выполнении функции обновления система анализирует состояние информационных объектов.

Свойство «Географический анализ исследуемых объектов» предназначено для географического анализа картографических материалов по исследуемому объекту (Наблюдательных скважин, Площадок, Разрезов и т.д.). Функциональный элемент «Уровень информации» определяет настройку системы на соответствующий уровень информации и далее на конкретный исследуемый объект, соответствующий этому уровню. Каждому уровню информации соответствует определенный набор типов объектов, как-то: наблюдательные скважины, точки наблюдения (коллекторно-дренажные воды, подземные воды, поверхностные воды), тематические слои и т.д. Каждый тип объекта характеризуется определенным набором свойств, которые, в свою очередь, являются различными количественными, качественными и пространственными показателями данного типа объекта. Для дальнейшей работы с выбранными графическими объектами предназначены два основных функциональных элемента: инструментальная панель и всплывающее меню.

**Компонент «Администрирование».** Информационный компонент «Администрирование»

включает в себя следующие составляющие: «Справочник объектов», «Справочник связей объекта», «Справочник типов объекта», «Справочник типов связей объекта», «Справочник типов статуса объектов», «Справочник типов свойств объектов».

Диалоговая форма позволяет вводить, корректировать и анализировать административно-справочную информацию по соответствующим объектам. С функциональной точки зрения форма спроектирована таким образом, что позволяет обслуживать все имеющиеся справочники информационной системы путем выбора закладки с соответствующим названием. Компонент «Администрирование» несет основную ответственность за правильное функционирование всей ГИС.

**Компонент «Справочники».** Информационный компонент включает в себя следующие составляющие: «Справочник административных областей», «Справочник административных районов», «Справочник массивов», «Справочник хозяйств», «Справочник точек наблюдения», «Справочник водопунктов». Диалоговая форма предназначена для ввода, корректировки и анализа справочной информации по соответствующим объектам. С функциональной точки зрения форма спроектирована таким образом, что позволяет обслуживать все имеющиеся справочники информационной системы путем выбора закладки с соответствующим названием.

Таким образом, созданная ГИС «Мониторинг орошаемых земель» значительно облегчает камеральную обработку полевых материалов, обеспечивает автоматизированное построение тематических карт, позволяет получать необходимую аналитическую информацию и на более качественном информативном уровне представляет результаты исследований. Использование ГИС расширило возможности мелиоративной службы для систематизации данных мониторинга, выполнения оценки мелиоративного состояния орошаемых земель и принятия оперативных управленческих решений.