

УДК 501.001. 556.3

**ОРГАНИЗАЦИЯ МОНИТОРИНГА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ НА
БАЗЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Канд. геол.-мин. наук И.И Шакибаев

Рассмотрены организационная структура, состав и принцип работы геоинформационной системы, разработанной в Жетысуской гидрогеолого-мелиоративной экспедиции. 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.

Приватизация земель и реструктуризация сельского хозяйства в Казахстане привела к множеству организационных, материальных и финансовых проблем, которые отразились на состоянии и эффективности использования орошаемых земель. По этой причине из 2,250 млн. га орошаемых земель в последние годы используется лишь около 1,1...1,3 млн. га, т.е. почти половина мелиорированного фонда. Орошаемые земли в сравнении с богарными являются более уязвимыми мелиоэкологическими системами и любое нарушение установившегося баланса этих систем может привести к необратимым экологическим последствиям.

Организация мониторинга на орошаемых землях в новых экономических условиях требует совершенствования методологической и технологической базы, применения современных приборов и оборудования для более качественной оценки состояния земель и оперативной разработки мероприятий по их улучшению. В процессе проведения мониторинга руководствуются требованиями по выполнению регламентированного объема полевых исследований, которые предусматривают сбор определенного объема информации по гидрогеологическим, гидрохимическим, почвенно-мелиоративным, климатическим, водохозяйственным и сельскохозяйственным условиям и другим показателям и условиям. [1] Для хранения такого объема информации, ее последующей обработки и анализа требуется определенная систематизация и автоматизация всего процесса. В этой связи важным компонентом мониторинга является информационное обеспечение, которое должно позволять систематизировать данные наблюдений, наглядно отображать пространственные объекты и комплексно анализировать происходящие процессы и явления.

С этой целью нами разработана интегрированная геоинформационная система (ГИС) «Мониторинг орошаемых земель», обеспечивающая централизованное хранение и управление совокупностью взаимосвязанных данных, которые адекватно отображают состояние исследуемых объектов [2]. Структура ГИС позволяет вести системное накопление, хранение, оценку и анализ разнородной информации (количественных и пространственно-распределенных показателей), которые собираются в процессе проведения мониторинга на орошаемых землях. Систематизация и обработка проводится по различным ретроспективным и фактическим данным и характеристикам подземных, дренажных и поверхностных вод, почв, по мелиоративным, климатическим, водохозяйственным и экономическим показателям и условиям.

ГИС представляет многоуровневую систему, построенную по уровням иерархии и связанным с ним объектами управления. В структуру ГИС положен административный принцип: композиционные блоки представлены по административным областями и ее составляющим – административным районам, далее массивам орошения, и, в конечном счете, хозяйствам. Для каждого уровня ГИС определены источники поступления и характер вводимой информации. Формирование базы данных 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 вышестоящие иерархические уровни, подвергаются агрегированию и поступают в ГИС. На входе системы вводимая информация соответствует основным объектам информационных блоков, а на выходе – определяется потребностями конкретных пользователей и может принимать самые различные виды и формы (текстовый, графический, табличный, картографический и в виде диаграмм).

Информация в базе данных ГИС хранится в виде соответствующих информационных таблиц, которые содержат сведения, характеризующие различные объекты (гидрогеологические, почвенные, водохозяйственные, климатические и экономические и т.д.). Каждый объект раскрывается несколькими соответствующими таблицами, и в этом случае каждая таблица выступает в качестве определенного свойства объекта.

Одним из основных преимуществ нашей ГИС является то, что на ней могут работать пользователи, которые не имеют специальной подготовки по программированию. Для этого разработан интерфейс, позволяющий осуществлять удобный и естественный диалог пользователя с системой.

База данных ГИС состоит из следующих функциональных компонентов:

1. Мониторинг почв,
2. Мониторинг подземных вод,

3. Мониторинг поверхностных и дренажных вод,
4. Мониторинг использования орошаемых земель,
5. Экономика,
6. Климат,
7. Отчеты,
8. Диаграммы, графики,
9. Картографический материал,
10. Администрирование,
11. Справочники.

Каждый компонент включает в свой состав информацию, соответствующую его функциональному назначению.

В качестве программного обеспечения ГИС используется операционная система WINDOWS XP, СУБД ACCESS97, сервисные программы, входящие в стандартный комплект Microsoft Office, а также ARC VIEW/INFO и MAPINFO, программы, являющиеся составной частью картографической базы данных ГИС [3]. Используемое программное обеспечение ГИС позволяет отображать информацию, содержащуюся в базе данных, следующими способами:

1. Диалоговых форм (таблиц) – для ввода, корректировки, просмотра и анализа исходных данных в таблицах, а также просмотра и анализа агрегированных данных;
2. Отчетов – для получения бумажной копии;
3. Графиков и диаграмм – для просмотра и анализа информации в графическом виде;
4. Тематических слоев, рабочих наборов, карт – для просмотра и анализа информации в картографическом виде.

Пользовательский интерфейс обеспечивает увязку всех компонентов ГИС в единую программно-информационную систему и отвечает основным требованиям, предъявляемых к интерфейсу современных программных продуктов, а именно:

1. Унифицированность основных форм диалога и форм обработки данных – внешний вид, последовательность размещения и отображения данных на экране, формату и функциональному назначению максимально 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.) выдержана по функциональному назначению. Например, ключевые параметры представляются в одном и том же формате и даже размещаются в определенном месте на экране.

6. Краткость – вводится только минимум информации, необходимый для выполнения какой-либо функции.

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

Рассмотрим содержание и принцип работы 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 компонента являются: «Засоление почв», «Химический состав почв», «Механический состав почв», «Водно-физические свойства почв», «Содержание пестицидов и гербицидов», «Содержание микрокомпонентов в почве». Порядок работы с этим компонентом следующий: после установки значений для параметров «Область», «Район», «Массив», «Хозяйство» предоставляется доступ к списку объектов, связанных с выбранным хозяйством. После выбора нужного свойства компонента (Скважины, Разрезы или Площадки) 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 некоторые расчеты по возможности автоматизированы. 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 этим ингредиентам и рассчитать процентное отклонение от ПДК.

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

Компонент «Мониторинг подземных вод». Интерфейс компонента позволяет вводить, корректировать и анализировать условно-постоянную

(справочную) 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» автоматизированный расчет, 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 ингредиенту.

В свойствах «Результаты наблюдений за режимом подземных вод» с целью анализа информации имеется возможность построения различных, в том числе совмещенных графиков. Для этого в диалоговом окне имеется кнопка «Диаграмма», которая позволяет 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» 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 ингредиенту и вычислять процентное отклонение от него.

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

Компонент «Мониторинг использования орошаемых земель».

Интерфейс компонента спроектирован таким образом, что позволяет выходить на свойства из других компонентов ГИС. В структуру компонента входят свойства «Использование орошаемых земель», «Структура посевных

площадей, урожайность и валовой сбор сельскохозяйственных культур», «Использование воды на орошение», «Распределение площадей по глубине залегания уровня и минерализации грунтовых вод на орошаемых землях».

При работе с этим компонентом из списка 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.

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

Компонент «Климат». В данном компоненте накапливается необходимая информация по метеорологическим станциям. Для работы с этим из списка 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 замера, 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 «Распределение 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. Для этого необходимо выбрать нужную область из списка, 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 собирается работать пользователь. При необходимости эта информация может быть распечатана на бумажный носитель. Для удобства предусмотрена возможность конвертации диалоговых окон с табличной информацией 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 ороша-

емых землях», которые при необходимости могут добавляться. При выборе пользователем из списка компонента нужного свойства «Динамика распределения площадей по глубине залегания уровня грунтовых вод на орошаемых землях» на экране 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».

При выборе из списка компонента свойства «Динамика водозабора, водоподачи и дренажного стока на орошаемых землях» компонента «Диаграммы, Графики» на экране монитора появляется аналогичная диалоговая форма, принцип работы которой идентичен выше описанному.

Компонент «Картографический материал». Работа с данным информационным 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 в MapInfo. При выборе кнопки «Анализ» осуществляется функция аналитической проверки по следующим показателям: количество информационных точечных объектов, имеющих и не имеющих географических координат, общее количество информационных точечных объектов в разрезе их типов, количество графических объектов в MapInfo, 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», после чего система анализирует состояние информационных объектов.

Свойство «Географический анализ исследуемых объектов» предназначено для 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, тематические слои и т.д. Каждый тип объекта характеризуется определенным набором свойств, которые, в свою очередь, являются различными количественными, каче-

ственными 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 включает в себя следующие составляющие: «Справочник объектов», «Справочник связей объекта», «Справочник типов объекта», «Справочник типов связей объекта», «Справочник типов статуса объектов», «Справочник типов и 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 ГИС путем выбора закладки с соответствующим названием. Данный компонент несет основную ответственность за правильное функционирование всей системы.

Компонент «Справочники». Компонент включает в себя следующие составляющие: «Справочник государств», «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 ГИС путем выбора закладки с соответствующим названием.

Таким образом, создание и работа с ГИС «Мониторинг орошаемых земель» значительно расширило возможности мелиоративной службы при проведении мониторинга мелиорированных земель и представления результатов исследований на более качественном информативном уровне. За счет автоматизации обработки данных, построения тематических карт, возможности получения необходимой аналитической информации, обеспечивается более оперативное проведение оценки и анализ мелиоративного состояния орошаемых земель, на основе которых разрабатываются мероприятия по их улучшению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические указания по мониторингу орошаемых земель Республики Казахстан. – Астана, 1998. – 73 с.
2. Шакибаев И.И. Информационное обеспечение мониторинга орошаемых земель // Доклады Международной научно-практической конференции «Научное обеспечение как фактор устойчивого развития водного сектора». – Тараз, 2005. – С. 173-175.

3. Mapinfo professional. Руководство пользователя (сокращенное). Версия 7.5 – 516 с.

Жетысуская гидрогеолого-мелиоративная экспедиция

**ГЕОИНФОРМАЦИЯЛЫС ТЕХНОЛОГИЯ НЕГІЗІНДЕ СУАРМАЛЫ
ЖЕРЛЕРДІҰ МОНИТОРИНГІН ҰЙЫМДАСТЫРУ**

Геол.-мин. Ылымд. канд.

И.И. Шакибаев

Жетісулығ гидрогеолого-мелиоративті экспедициясы жасаған геоинформациялығ жүйені Ұйымдығ іргылымы ж., не жтмыс істеу принциптері келтірілген. Бұл жүйені жолдану суармалы жерлерді Ұ мониторингін жтргізген кезде ағпараттарды жтйелеп жинауды, оларды ұҰдеуді, кеҰістікте объектілерді жалыптастыруды, тематикалығ карталарды автомат т., ртібінде жасауды орындауды, жажетті оперативті ж., не аналитикалығ ағпараттарды алуды жтзеге асыруға мтмкіндік береді.