

УДК.551.509.22(574)

**ОБ ИНФОРМАЦИОННОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА
СИНОПТИКА-ДОЛГОСРОЧНИКА**

Е.Г. Коренькова

С.В. Мизина

Изложена технология информационного обеспечения автоматизированного рабочего места долгосрочника. Описаны основные программные модули. Приведена структура баз данных.

В настоящее время не вызывает сомнения, что разработка какого-либо автоматизированного рабочего места (АРМа), предполагает организацию информации, необходимой для работы пользователя, в базы данных (БД). Не составляет исключения и разработка АРМа синоптика-долгосрочника. В данном случае требуется создать базы данных по предиктантам и предикторам. Предиктантами в долгосрочном прогнозе погоды обычно являются среднемесячная температура воздуха и месячная сумма осадков. В качестве предикторов нами выбраны характеристики планетарной высотной фронтальной зоны (ПВФЗ) [3]. Этот выбор был сделан исходя из следующих соображений. ПВФЗ является важнейшим элементом состояния атмосферы, длительное время определяющим направленность развития атмосферных процессов. Поэтому с развитием синоптической метеорологии предлагались и непрерывно совершенствовались способы отображения главных особенностей термобарических полей. Однако, используемые до настоящего времени в качестве предикторов всевозможные интегральные показатели крупномасштабных атмосферных процессов обладают рядом недостатков. К их числу прежде всего следует отнести субъективность определения этих показателей и приуроченность их к определенной, чаще всего

ограниченной рамками первого естественного синоптического района территории [11].

Большое удобство для диагноза, каталогизации и, в особенности, для статистической обработки и использования временных рядов в расчетных методах прогнозов представляют числовые характеристики высотных барических полей. Они на каждом десятом меридиане должны отражать структуру высотного поля с учетом географического положения ПВФЗ, а также районы наибольшей изменчивости давления, т.е. места с различной дивергенцией (угол наклона) и ориентировку осей высотных гребней и ложбин. Однако, определение таких числовых обозначений или характеристик ПВФЗ - достаточно трудоемкий процесс, требующий большого количества времени. Поэтому для внедрения в практику методов долгосрочных прогнозов погоды необходимо осуществить накопление и оперативное пополнение информации, а также проведение расчетов с помощью ЭВМ.

Эффективное использование в процессе прогнозирования погоды автоматизированного рабочего места синоптика-долгосрочника предполагает: во-первых, непрерывное получение оперативной гидрометеорологической информации, поступающей по каналам связи, запись и хранение ее на магнитных носителях, минуя рутинный процесс ручной обработки (переписывание, занесение данных в память ПЭВМ с клавиатуры и т.д.); во-вторых, обработку этой информации (осреднение температуры воздуха, накопление месячной суммы осадков, расчет характеристик ПВФЗ и т.д.) для использования в алгоритме прогноза; и, в-третьих, пополнение рассчитанными данными БД АРМа в автоматическом режиме.

Для успешной работы АРМа создан ряд БД, который можно разделить на два класса [1, 2]. Первый включает в себя базы, содержащие собственно сами данные по метеовеличинам, участвующим в прогнозе: данные по приземной температуре воздуха, по суммам осадков и по характеристикам ПВФЗ. Данные по каждой метеовеличине организованы в отдельные базы. Организация этих баз приведена в таблице 1.

Таблица 1

Организация основных баз данных АРМа

№	Наименование поля	Идентификатор поля	Тип данных	Формат
1	Координаты станции (или точки на сетке)	Station	Numeric	9
2	Год наблюдений	Y	Numeric	5
3	Значение за январь по данной метеовеличине	I	Numeric	6
...
14	Значение за декабрь по данной метеовеличине	XII	Numeric	6
15	Поле метки	M	Logical	1

Каждая запись здесь хранит данные по одной станции за один год по двенадцати месяцам. Кроме того, для однозначного определения в записи хранятся координаты станции в градусах с точностью до секунды и год, данные за который она содержит. Для удобства описания, поля с информацией названы комбинациями из латинских букв, которые обозначают номера месяцев в году. Второй класс состоит из вспомогательных БД, содержащих различного рода справочную информацию по: метеовеличинам, хранящимся в основных БД; всем метеостанциям Казахстана; областям Казахстана; каждой из основных БД. Организация справочников представлена в таблице 2. Справочник по метеовеличинам состоит из трех полей: первое поле содержит названия всех метеовеличин, по которым созданы базы данных. Второе поле - название базы, хранящей собственно информацию по соответствующей метеовеличине. И третье поле - название базы, которая является справочником для соответствующей метеовеличины. Справочник по станциям содержит необходимый минимум информации по всем метеостанциям Казахстана: координаты станции, ее синоптический индекс, название, числовой код области, в которой она расположена, высоту станции над уровнем моря и, наконец, поле мет-

ки, которое не несет никакой смысловой информации и используется для работы программ. Справочник по областям Казахстана содержит всего два поля, хранящих само название области и соответствующий ей числовой код.

Таблица 2

Организация справочников

Наименование поля	Идентификатор поля	Тип данных	Формат
<u>Справочник по метеовеличинам</u>			
Название метеовеличины	Namedv	Character	35
Имя базы-справочника	Namedst	Character	8
Имя базы с данными	Namedate	Character	8
<u>Справочник по всем метеостанциям Казахстана</u>			
Координаты станции	Station	Numeric	8
Синоптический индекс станции	Syn_i	Numeric	5
Название станции	Name	Character	25
Код области	No	Numeric	2
Высота станции над уровнем моря	High	Numeric	4
Поле для метки	M	Logical	1
<u>Справочник по областям Казахстана</u>			
Название области	Name	Character	25
Числовой код области	No	Numeric	2
<u>Справочники по каждой метеовеличине</u>			
Координаты станции	Station	Numeric	8
Синоптический индекс станции	Syn_i	Numeric	5
Название станции	Name	Character	25
Код области	No	Numeric	2
Высота станции над уровнем моря	High	Numeric	4
Первый год наблюдений	Ybeg	Numeric	4
Последний год наблюдений	Yend	Numeric	4
Поле для метки	M	Logical	1

Справочник по отдельной метеовеличине хранит информацию, во многом пересекающуюся с информацией в справочнике по станциям Казахстана. Исключение составляют лишь два поля, содержащие первый и последний годы, по которым имеется информация в базе. Однако, в этом справочнике хранится информация только по тем станциям, по которым есть данные в основной базе. Здесь имеется некоторое дублирование информации, которое может вызвать недоумение. Поясним, что это было сделано исходя из соображений экономии времени при выборках и для удобства программирования, учитывая, что объем продублированной информации незначителен.

Для автоматизации пополнения БД АРМа авторами был разработан комплекс программ, выполняющих выборку срочных данных из метеорологической базы данных "ЛАССО", обработку этих данных и пополнение баз данных АРМа полученной информацией [9]. БД "ЛАССО" представляет собой последовательный файл, содержащий записи, каждая из которых соответствует одному наблюдению. В записи содержатся сведения о месте и времени наблюдения, типе наблюдения и идентификаторе наблюдательной платформы (например, индекс станции). Все эти сведения позволяют отобрать из БД нужные для обработки записи.

Кроме идентификационной части в записи содержатся собственно данные наблюдений. Эти данные группируются по уровням. Уровень задается типом (например, уровень моря и т. п.) и значением (например, стандартный уровень 500 гПа). Каждое наблюдение относится к определенному уровню. Кроме того, значение метеорологического параметра может быть проконтролировано и сопровождаться поправкой. Всем возможным метеорологическим параметрам и типам уровней присвоены числовые коды, с помощью которых пользователь формирует свой запрос к БД.

В общем случае процедура выборки данных из БД состоит из следующих шагов:

- открыть сессию доступа к данным;

- сформировать заказ на нужные пользователю записи;
- указать уровни и параметры, необходимые пользователю;
- найти в БД очередную или первую запись, соответствующую заказу;
- отобрать из найденной записи необходимые метеорологические параметры;
- повторять предыдущие два шага, пока не будут просмотрены все записи из БД;
- закрыть сессию доступа к БД.

БД пополняется в режиме реального времени. Это означает, что в нее непрерывно добавляются новые записи. При этом из БД удаляются наиболее старые записи. Доступ к метеорологической базе данных обеспечивается с помощью набора функций. Эти функции можно использовать в приложениях, написанных в системе WINDOWS и DOS [7, 14].

Пакет программ, выполняющий выборку и первичную обработку данных, состоит из следующих модулей:

- mizgr.exe - программа выборки приземной информации о суммах осадков и температурах воздуха по станциям Казахстана;
- mizgr.exe - программа выборки информации о значениях геопотенциала на изобарических поверхностях H_{500} , H_{850} , H_{300} по сетке $5 \times 10^\circ$;
- sbpriz.exe - программа сбора приземной информации в основной файл;
- sbgrid.exe - программа сбора информации ГРИД в основной файл;
- preobpri.exe - программа подготовки файла с приземной информацией для передачи его в базу данных;
- preobgri.exe - программа подготовки файла с информацией ГРИД для передачи его в базу данных.

Программы написаны на языке СИ с использованием доступа к оперативной информации БД "ЛАСО" при помощи утилит доступа [5, 10, 12].

В самой метеорологической БД "ЛАСО" находится огромное число записей, содержащих данные наблюдений различных видов и собранных за большой промежуток времени. Для работы АРМа-

долгосрочника нет необходимости иметь. все эти данные. Поэтому для эффективной работы с БД "ЛАССО" в программах выбора информации формируется заказ для отбора записей. При этом существенно сокращается количество операций ввода-вывода. Заказ, сформированный в программе PRIZ, имеет вид:

- кодовая форма - SYNOP (16);
- географическая область - южная широта - 39°, западная долгота - 51°, северная широта - 53°, восточная долгота - 83° (координаты прямоугольника, ограничивающие территорию Казахстана);
- тип уровня - 1 (приземный уровень);
- параметры - 2 (температура), 140 (осадки).

Заказ, сформированный в программе GRID, имеет вид:

- KBWC - заказ центра (Вашингтон);
- 300, 300 - заказ разрешения сетки (5x10°);
- 0, 0, 5400, 21600 - заказ географической области (северное полушарие);
- 12 - заказ кодовой формы (GRID);
- 0 - заказ анализа;
- 10 - заказ типа уровня (500 гПа);
- 3 - заказ геопотенциала.

При помощи программ priz.exe и grid.exe выбирается информация за последние трое суток и складывается в промежуточные текстовые файлы SynT, SynR, gP500, gP300 и gP850 для корректировки в любом текстовом редакторе. Может возникнуть вопрос: не лучше ли было бы отказаться от промежуточных файлов в текстовом формате, а работать сразу в формате DBF, накапливая в общем файле сразу все данные за месяц? Это позволило бы упростить технологию, исключив из нее четыре программы. Действительно, в первом варианте пакет программ выглядел гораздо проще. Но, как выяснилось в процессе пробной эксплуатации, исходные срочные данные, выбираемые из метеорологической БД "ЛАССО", содержат множество ошибок, причем разного рода. Формализовать поиск и исправление таких ошибок не представляется возможным. Выход из этой ситуации один - необходим визуальный контроль пользователя, имеющего достаточный

опыт в работе, для того чтобы выявить и устранить найденные ошибки. В этом кроется причина того, что был выбран текстовый формат для файлов. С другой стороны, файл, содержащий информацию за весь месяц имеет значительный размер и обрабатывать его в любом редакторе было бы затруднительно. Поэтому был выбран компромиссный вариант с промежуточными наборами малого размера. Поясним далее необходимость использования в работе программ `preobrgi.exe` и `reobrgi.exe`. Дело в том, что использование программного обеспечения СУБД FOXPRO позволило значительно сократить время расчета среднемесячных значений. Например, время, затраченное программой, написанной на языке СИ и рассчитывающей среднемесячные значения температуры воздуха и месячной суммы осадков по данным из текстового файла составило 150 минут машинного времени на компьютере класса PC AT 286; в то время как та же задача, выполняемая процедурой `sum.prg`, написанной на процедурном языке FOXPRO [8] занимает всего несколько минут машинного времени на том же компьютере.

Файл `SynT` содержит информацию по температуре воздуха, файл `SynR` - информацию по сумме осадков, файлы `gP500`, `gP300` и `gP850` - данные по давлению на изобарических поверхностях 500, 300 и 850 гПа, соответственно, по сетке $5 \times 10^{\circ}$. Организация файлов `synT`, `synR`, `gP500`, `gP300` и `gP850` показана на рисунке.



Рис. Организация записей в файлах с информацией, выбранной из БД "ЛАССО"

Каждая запись начинается с новой строки и содержит семь элементов, которые отделяются друг от друга пробелом, поскольку при необходимости просмотреть или корректировать файл с экрана такой вид представления информации удобен. Элементы записи содержат:

- 1 - номер точки, или синоптический индекс станции, занимает пять позиций;
- 2 - год, за который содержатся данные в записи, занимает четыре позиции и записывается полностью, (например 1993, а не 993);
- 3 - месяц, за который содержатся данные в записи, записывается порядковый номер месяца в двух позициях (январь - 01, февраль - 02, ..., декабрь - 12);
- 4 - день месяца, за который содержатся данные в записи, занимает две позиции;
- 5 - срок, за который содержатся данные в записи, занимает две позиции;
- 6 - собственно само значение по соответствующему параметру, занимает пять позиций.

Принцип работы программ `mizgr.exe` и `mizgr.exe`: последовательно просматриваются все данные в БД и выбираются только те, которые соответствуют сформированному заказу. Перед занесением информации в выходной файл, определяется последний срок, за который имеются данные в файле и новые значения выбранного параметра записываются в конец набора. Следует иметь в виду, что продолжительность хранения синоптической информации в БД "ЛАСО" равна 3 суткам, поэтому выбор этой информации можно проводить раз в три дня, в то время как информация ГРИД хранится семь суток и выбор ее можно проводить раз в неделю. Однако выбор данных по геопотенциалу за срок в семь суток занимает значительное время (150 мин), и, по-видимому, имеет смысл выбирать ее также часто, как и приземные данные. В настоящий момент программа по выбору информации ГРИД организована так, что за один пуск она выбирает данные не более, чем за трое суток, это сделано для того, чтобы иметь возможность делать перерыв в работе, если возникла необходимость обработать сразу большой объем информации. При повторном запуске про-

грамма обрабатывает данные за следующие трое суток и т.д.

Для работы комплекса программ на диске D должна быть создана директория ARNIV, в которую записываются в процессе работы вышеуказанные файлы SynT, SynR, gP500, gP300 и gP850 с выбранной информацией. Кроме этого, для работы программы priz.exe в данной директории должен существовать файл STAN.C с синоптическими индексами станций, данные по которым желает получить пользователь. Под каждый индекс отводится 5 позиций, один индекс от другого отделяется пробелом.

Следует отметить, что все программы снабжены достаточным интерфейсом, помогающим пользователю в работе. Например, ведется постоянный контроль за тем, чтобы случайно не были затерты новыми еще необработанные старые данные, программы постоянно сообщают о фазах своей работы, ведется тестирование дисков на предмет наличия необходимых наборов данных и свободного места для записи новых.

При накоплении информации по срочным наблюдениям в необходимом объеме (месяц), следует провести осреднение данных по температуре воздуха и давлению на изобарических поверхностях и суммирование данных по осадкам, расчет характеристик ПВФЗ, а также занесение полученных результатов в соответствующие базы данных ARMa. Эти операции проводятся уже из оболочки ARMa. После чего использованные данные срочных наблюдений, необходимо уничтожить, переименовать или переписать на другой диск.

Для пополнения баз по осадкам и температуре воздуха используется программа vvodpr.exe. Что касается данных по геопотенциалу, то хранение их значений в БД ARMa нецелесообразно, поскольку они занимают большой объем и непосредственно в прогнозе не используются. По полученным среднемесячным значениям геопотенциала программой rvfz.exe рассчитываются характеристики ПВФЗ, которые затем перекачиваются в БД ARMa программой armgrid.exe.

Программа `pvfz.exe` рассчитывает следующие характеристики: широта осевой изогипсы ПВФЗ на меридианах, интенсивность, длина осевой изогипсы, извилистость осевой изогипсы, местоположение центра (или полюса) циркуляции, площадь внутри осевой изогипсы и угол наклона осевой к широте. Расчет широты осевой изогипсы ПВФЗ на меридианах через 10 градусов выполняется по алгоритмам, предложенным Г.Н. Чичасовым [13]. Интенсивность определяется как разность геопотенциалов, т.е. градиент по меридиану, на северной и южной изогипсах через 30 градусов. За северную изогипсу принимается изогипса на 5 градусов севернее осевой, за южную - соответственно на 5 градусов южнее. Длина осевой изогипсы и ее извилистость определяется по методике, предложенной в [6]. Местоположение полюса циркуляции рассчитывается по методу, предложенному Г.А. Глызь [4]. Выполнение программы происходит в режиме диалога в форме меню и запросов с соответствующими подсказками.

У пользователя может возникнуть ощущение, что технология пополнения баз данных АРМа, хотя она и автоматизирована, представляет собой долгий и запутанный процесс работы с многими различными программными модулями и файлами. Однако это не так: все модули собраны в единый `bat`-файл, который, используя ответы пользователя на свои запросы, запускает в логически определенном порядке все процедуры. Нет необходимости держать в памяти все процедуры и операции с файлами, а также последовательность их выполнения или пользоваться руководством пользователя. Если Вы что-либо упустили, компьютер об этом напомнит. Кроме того, постоянно ведется достаточная диагностика выполняемых процедур, которая позволяет без каких-либо особых усилий проводить все необходимые операции начиная от установки доступа к метеорологической базе данных "ЛАССО" и кончая запуском текстового редактора "ЛЕКСИКОН" с загруженным файлом, если есть желание или необходимость корректировать промежуточные файлы суточных данных.

Подобная организация работы должна существенно облегчить работу пользователя-синоптика по информационному обеспечению АРМА синоптика-долгосрочника и в то же время позволяет доверить эту подготовительную работу для составления долгосрочных прогнозов погоды менее квалифицированному специалисту.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атре Ш. Структурный подход к организации баз данных. - М.: Финансы и статистика, 1983. - 317 с.
2. Вондаренко Е.Н., Мизина С.В., Чичасов Г.Н. Проектирование и создание региональных баз данных // Тезисы докладов IV Всесоюзной конференции по статистической интерпретации гидродинамических прогнозов с целью прогноза элементов и явлений погоды. - М., 1991. - С. 40-41.
3. Бугаев В.А., Джорджио В.А. Планетарная высотная фронтальная зона // Тр. ЦИП. - 1951. - Вып. 25(52). - С. 120-126.
4. Глызь Г.А. О некоторых характеристиках циркумполярного вихря // Тр. Гидрометцентра СССР, 1979. - Вып. 58. - С. 98-104.
5. Григорьев А. Компиляторы Microsoft C 5.0 и Quick C 1.0. - М.: Наука. 1990. - 80 с.
6. Каталог параметров атмосферной циркуляции. Северное полушарие / Под ред. М.Х. Байдала и А.И. Неушкина. - Обнинск: Информационный центр ВНИИГМИ-МЦД, 1988. - 452 с.
7. Керниган Б., Ритчи Д., Фьюэр А. Язык программирования Си: Задачи по языку Си. - М.: Финансы и статистика, 1985. - 279 с.
8. Попов А.А. Программирование в среде СУБД FOXPRO 2.0. Организация систем обработки данных. - М.: Радио и связь, 1993. - 352 с.
9. Программное обеспечение доступа к базе данных метеорологических наблюдений для IBM PC. - М.: ГВЦ Госкомгидромета СССР. Отдел технологии ИЛО, 1991. - 21 с.
10. Романовская Л. М., Русс Т. В., Свитковский С.Г. Программирование в среде СИ для

ПЭВМ ЕС. - М.: Финансы и статистика, 1991.
- 350 с.

11. Самратов У.Д., Турулина Г.К., Чичасов Г.Н. Об одном способе параметризации крупномасштабных атмосферных процессов // Тр. КазНИИ Госкомгидромета. - 1984. - Вып. 90. - С. 3-11.
12. Требования и спецификации в разработке программ. Сборник статей/ Под ред. А. Агафонова. - М.: Мир, 1984. - 344 с.
13. Чичасов Г.Н. Технология долгосрочных прогнозов погоды. - СПб.: Гидрометеоиздат, 1991. - 304 с.
14. Ray Duncan. Actor: A Development Environment for Windows Applications. PC Magazine, March 26, 1991, p.369.

Казахский научно-исследовательский институт
мониторинга окружающей среды и климата

АУА РАЙЫН ҰЗАҚ МЕРЗІМГЕ БОЛЖАУШЫНЫҢ АВТОМАТТАҢДЫРЫЛҒАН ЖҰМЫС ОРНЫН АҚПАРАТТАРМЕН ҚАМТУ ТУРАЛЫ

Е.Г. КОРЕНЬКОВА
С.В. МИЗИНА

Ауа райын ұзақ мерзімге болжаушының автоматтандырылған жұмыс орнын ақпараттармен қамтудың технологиясы мазмұндалған. Негізгі бағдарламалық бағыттар ашып көрсетіледі. Деректер базасының құрылымы қамтылған.