

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И МОНИТОРИНГУ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ТРУДЫ
ГОСУДАРСТВЕННОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ -
МИРОВОЙ ЦЕНТР ДАННЫХ»



**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ГОСУДАРСТВЕННОГО ФОНДА ДАННЫХ
О СОСТОЯНИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ
ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ**

Под редакцией

канд. физ.-мат. наук В.М. ВЕСЕЛОВА,

д-ра геогр. наук М.З. ШАЙМАРДАНОВА

ОБНИНСК
2010

УДК [551.501+551.46.06+556.043] : 002.5

Сборник посвящен теоретическим и прикладным аспектам разработки информационных технологий Государственного фонда данных о состоянии окружающей природной среды (Госфонд). Представлены статьи, посвященные вопросам технического и технологического переоснащения Госфонда, методике разработки и принципам построения информационных технологий Госфонда на персональных компьютерах, в том числе технологий ведения Госфонда, сбора данных и обслуживания потребителей.

Сборник представляет интерес для специалистов, занимающихся вопросами автоматизации обработки гидрометеорологической информации.

РАЗВИТИЕ АРХИВНОЙ СИСТЕМЫ РОСГИДРОМЕТА

Введение

Объем информации, представленной в цифровом виде, стремительно растет. Задача сохранения информации на всех этапах развития общества была одной из приоритетных, при решении которой необходимо обеспечить для будущих поколений как сохранность знаний, накопленных предыдущими поколениями, так и новой информации. Существуют виды информации, в том числе и научно-технической, для которой трудно указать сроки, когда эта информация теряет значимость или становится ненужной. Во многих случаях ценность информации со временем будет возрастать. Примером может быть гидрометеорологическая информация, которая позволяет объективно анализировать медленное изменение в окружающей среде и природных ресурсах, оценивать эффекты влияния деятельности людей на природу.

Объем информации, представленной в цифровой форме, увеличиваются не только за счет новой информации, которая в большинстве случаев уже имеет и электронную форму представления, но и за счет перевода в цифровую форму ранее созданных информационных ресурсов. Представление информации в цифровом виде позволило решить ряд проблем хранения информации, создать совершенно новые возможности для доступа к информации и ее обработки.

Перевод документов в цифровую форму позволил решить ряд проблем длительного хранения, а именно обеспечить возможность контролирования документов без потери качества, устранения дефектов на носителях с аналоговой формой представления (царапины на видеоматериалах, шумы на аудиозаписях и др.), мультимедийного представления информации.

При использовании информации в цифровом виде появляется необходимость разрабатывать и использовать специальные мероприятия для исключения возможностей изменения записанной информации, дополнять данные в электронном виде контекстной информацией, сохранять не только сами носители, но и устройства записи информации на них, а также программное обеспечение, реализующее

представление информации в форме, приемлемой для восприятия. Носители с цифровой формой представления информации более чувствительны к появлению локальных дефектов в записях.

Состояние на момент начала модернизации

В настоящее время в ГУ «ВНИИГМИ-МЦД» накоплен большой архив гидрометеорологической информации на различных технических носителях, в том числе в виде файловой структуры на магнитных носителях с последовательной организацией данных. Основной задачей является обеспечение бессрочного надежного хранения этой ценной информации, так как это единственное фактографическое описание климата и окружающей среды России за весь период наблюдений.

Существующие технологические средства позволяют организовать автоматизированное обслуживание потребителей архивными данными как на уровне файлов, так и на уровне гидрометеорологических параметров и расчетных характеристик, для чего используются индивидуальные программные средства или СУД АИСОРИ [8]. Поскольку практически все данные в архивах представлены в форматах Языка описания гидрометеорологических данных (ЯОД) [3–5], то и доступ на уровне гидрометеорологических параметров к этим архивам возможен с использованием СУД АИСОРИ.

Общий объем данных составляет более 1,5 ПБ. Данные находятся на разнородных носителях и доступ к ним не полностью автоматизирован, большинство данных хранятся на магнитных лентах устаревших типов. Всего в архиве насчитывается 50 000 лент.

В связи с этим первоочередная задача – это перенос данных с магнитных лент на современные носители.

Основные концепции и технические решения новой архивной системы

В рамках реализации Проекта по техническому перевооружению учреждений Росгидромета в ГУ «ВНИИГМИ-МЦД» [2] были поставлены:

- Сервер управления на базе IBM system z9 BC в конфигурации с тремя процессорами IFL, 16 Гб оперативной памяти и 4x4 портами FICON под управлением ОС z/vm и zLinux;
- Дисковая система корпоративного класса IBM DS8300 емкостью 100 ТБ;

- Две ленточные библиотеки IBM TS3500;
- ПО управления архивными данными IBM DB2 Content Manager OnDemand и IBM Tivoli Storage Manager.

Идеология, заложенная в архитектуру оборудования, позволяет наращивать производительность и емкость практически без изменения конструктива.

Для успешной реализации технологии долговременного хранения оборудование и программное обеспечение должно решать следующие задачи:

- *Обеспечение надежности процесса хранения.*

Эта функция возложена на ленточные библиотеки TS3500. В них предусмотрены аппаратные средства контроля целостности данных на ленточном носителе. Программное обеспечение IBM Tivoli Storage Manager решает вопросы организации хранения данных, выбора способа хранения, контроля качества ленточного носителя и улучшенного использования ресурса лент.

- *Обеспечение минимального времени отклика на запросы данных.*

Эта функция возложена на программное обеспечение Content Manager OnDemand.

IBM DB2 Content Manager OnDemand представляет собой высокопроизводительное хранилище с программируемой системой поиска. Content Manager OnDemand позволяет решить задачи поиска файлов по архивной системе.

Механизмы поиска и ускоренного доступа к часто изменяемым или часто используемым данным позволяют сократить до минимума время доступа.

- *Тематический и эффективный поиск по ленточному хранилищу.*

Время, затраченное пользователем на поиск данных, играет существенную роль. Настройка среды Content Manager OnDemand позволит сократить время и количество поисковых запросов.

- *Высокий уровень защиты данных от несанкционированного доступа.*

Сервер управления на базе IBM system z9 BC представляет собой высокозащищенную платформу, способную обеспечить должный уровень защиты от попыток несанкционированного доступа.

- *Хранение данных различных форматов и структуры.*

IBM Tivoli Storage Manager выполняет задачи записи и считывания файлов и других данных на ленточные библиотеки и дисковый массив. Позволяет прописывать политики для управления хранением данных (инвентаризация лент, устранение фрагментации, выделение ресурсов лент пользователям).

Программное обеспечение IBM Tivoli Storage Manager позволяет хранить любые типы данных.

С помощью Content Manager OnDemand и Tivoli Storage Manager на базе установленного оборудования развернута технология перезаписи данных с устаревших магнитных носителей на современные.

Сервер IBM z9 был разбит на несколько логических разделов (LPAR):

1. Для подключения устройств считывания с устаревших МЛ под управлением z/VM.

2. Для установки ПО управления доступом и хранением архивных данных, в котором в качестве базовой ОС установлен z/VM и гостевые ОС zLinux. Под данный логический раздел были отданы наибольшие ресурсы.

3. Пользовательский раздел, используемый как промежуточное звено в процессе перезаписи. В качестве базовой ОС установлен z/VM и гостевые ОС zLinux.

Для обеспечения возможности переноса данных в новую среду хранения был выделен дисковый буфер размером 2 Тб, который находится на дисковой подсистеме DS8300. Такая технология позволяет максимально быстро перемещать данные с дискового носителя в ленточные библиотеки.

Перезапись осуществляется в несколько этапов:

1. Перенос данных с устаревших носителей на дисковую подсистему DS8300.

2. Контроль качества переноса данных с помощью специализированного программного обеспечения [6, 7].

3. Перенос данных, успешно прошедших процедуру контроля, на новые носители.

4. Контроль перенесенных данных: объем в байтах, сохранность структуры.

5. Организация механизма предоставления доступа к определенной порции данных для определенных групп пользователей с целью обработки информации.

6. Формирование новых структур данных в отдельном хранилище.

7. Индексирование данных с целью поиска по хранилищу.

Параллельно с технологией перезаписи (спасения) производится индексирование существующих архивов с целью ускорения процесса поиска и сокращения времени доступа к данным.

Механизм индексирования в Content Manager OnDemand предназначен для осуществления поиска по ключевым словам, которые задаются на этапе описания файлов. Всего может использоваться до 30 полей описания.

Для индексирования архивов была разработана схема, которая позволяет проиндексировать группу файлов как один и по одному поисковому запросу выгружать весь архив (набор файлов). Также на поисковый запрос пользователь имеет возможность получения выборочных файлов.

По результатам анализа входных данных разработана универсальная программа-индексатор для операционной системы zLinux, с помощью которой создаются индексные файлы для CMoD.

Универсальность этого индексатора заключается в том, что он подходит для всех форматов файлов. В работе индексатор использует текстовый файл с кратким описанием характеристик группы файлов, подлежащей загрузке. Извлечение из архивной системы возможно как на уровне отдельного файла, так и архива полностью.

Перед загрузкой данных в архивную систему проходит процедура тестирования индексных файлов. После успешного завершения этой процедуры данные удаляются из тестовой среды и попадают в архивную систему.

Предложенная схема позволяет производить индексацию автоматически. Индексные поля выбираются из ЯОД-описания файлов, которые присутствуют в каждом архиве как неотъемлемая часть.

На данном этапе развития архивной системы доступ к данным организован на файловом уровне. Клиент архивной системы может получить на персональный компьютер один или несколько файлов по своему усмотрению. Организована система поиска по ленточному хранилищу. Поиск производится на уровне файла, есть возможность задавать маску для поиска. Это отражено на рисунке.

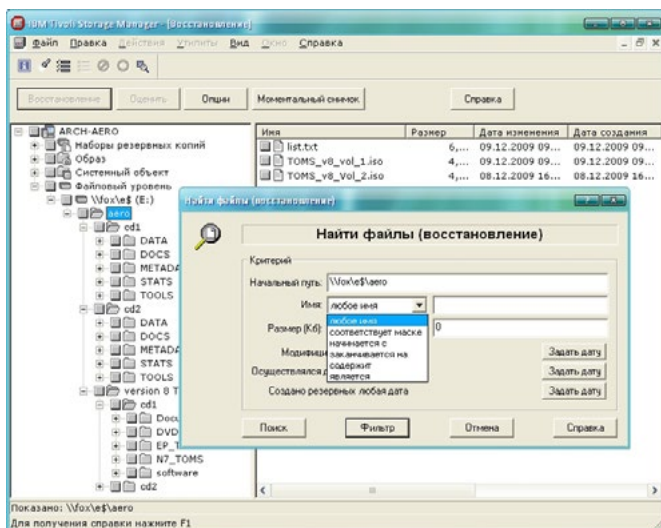


Рис. Интерфейс клиента архивной системы

При работе с Content Manager OnDemand и Tivoli Storage Manager реализованы стандартные средства защиты от несанкционированного доступа.

Развитие системы в основном продиктовано необходимостью расширения ее функционала для решения новых задач.

Новая архивная система запущена в эксплуатацию и в процессе работы с новой технологией получены следующие результаты, а также определены пути дальнейшего развития.

Результаты работ по развитию архивной системы

- Разработана технологическая схема для организации процесса записи и хранения данных. Эта схема отражает технические решения по организации хранения, такие, как выбор устройств хранения, организация структуры носителей данных, решения о количестве и месте размещения резервных копий.

- Производится анализ содержания архивов с целью выработки более совершенной технологии поиска. Content Manager OnDemand обладает широкими возможностями для организации поиска по архивам, но для их реализации в полном объеме необходимо анализировать структуру хранимых данных для повышения эффективности поисковой системы.

- Ведется перезапись оперативных данных и производных архивов, поступающих из тематических подразделений, и загрузка этих данных в среду Tivoli Storage Manager и Content Manager OnDemand.

- В рамках задачи перезаписи (спасения) осуществлена перезапись 1,6 Тб данных.

Пути дальнейшего развития архивной системы

- Разработка дополнительного ПО для реализации тематического поиска и изменение подхода при индексировании файлов.

Не все типы данных и архивы возможно проиндексировать, это создает определенные трудности с их использованием. Структура некоторых архивов адаптирована для хранения на магнитных лентах и картриджах малой емкости. При переводе на современный носитель возникает проблема с одинаковыми именами файлов в разных папках. Такая структура непригодна для загрузки в новую архивную систему. Поэтому принято решение искать новый подход к индексированию данных и методу доступа к ним.

- Подключение к ленточным библиотекам дисков под управлением z/VM.

Ввиду того, что большая часть данных для перезаписи находится на картриджах IBM 3480, их перенос в существующую систему затруднен. Для решения этой задачи требуется организация нового интерфейса взаимодействия между сервером управления IBM Z9 и ленточной библиотекой TS3500. Перенос данных с дисков z/vm на ленточный носитель затруднителен и трудоемок, а также создает сложности с выполнением процедуры контроля качества переноса данных.

- Перевод существующих архивов в единый стандартизованный формат (формат СУБД или XML).

Ввиду необходимости представления пользователям данных, не только на уровне данных, но и на уровне метеопараметров, есть необходимость использовать форматы хранения, отличные от ЯОД-формата. По большей части программное обеспечение архивной системы работает под управлением zLinux, что делает невозможным использование СУД АИСОРИ для извлечения файлов для обработки. Необходимо найти иной формат хранения, пригодный для использования в среде zLinux, и программное обеспечение для осуществления выборки метеопараметров.

Список литературы

1. Шаймарданов М.З., Пуголовкин В.В. Государственный фонд данных по гидрометеорологии и загрязнению природной среды. Санкт-Петербург: Гидрометеониздат, 2003. 117 с.
2. Шаймарданов М.З., Веселов В.М., Стерин А.М., Шаймарданов В.М. Концепция модернизации архивной системы Мирового метеорологического центра // Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2007. Вып. 172. С. 3–37.
3. Веселов В.М. Язык описания гидрометеорологических данных // Труды ВНИИГМИ-МЦД. 1978. Вып. 43. С. 3–30.
4. Прибыльская И.Р. Язык описания гидрометеорологических данных для семейств файлов // Труды ВНИИГМИ-МЦД. 1983. Вып. 103. С. 3–9.
5. Веселов В.М. Язык описания гидрометеорологических данных для IBM PC совместимых ПЭВМ // Труды ВНИИГМИ-МЦД. 1995. Вып. 160. С. 41–54.
6. Веселов В.М. Архивы Госфонда на ПЭВМ и технология их организации // Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2002. Вып. 170. С. 16–30.
7. Веселов В.М. Технологическая поддержка организации архивов Госфонда на ПЭВМ. Технология «Аисори – АРМ ЯОД-Архив» // Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2002. Вып. 170. С. 66–85.
8. Веселов В.М. Структура и информационные технологии баз и банков архивных данных Госфонда (1976–2004 гг.) // Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2007. Вып. 172. С. 38–59.

УСТРАНЕНИЕ ПРОПУСКОВ В РЯДАХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

Введение

В работах по созданию и пополнению электронного архивного фонда данных Росгидромета по гидрометеорологии совместно участвуют ГУ «ВНИИГМИ-МЦД», и управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (УГМС), и центры по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (ЦГМС).

Гидрометеорологические наблюдения проводятся на станциях и постах. УГМС и ЦГМС эксплуатируют технологии сбора и первичной обработки данных наблюдений, и УГМС пересылают результаты функционирования технологий (сегменты архивов) во ВНИИГМИ-МЦД. Таким образом, УГМС являются источником данных текущих метеорологических наблюдений в электронном виде. Кроме того, УГМС обеспечивают хранение в твердых копиях материалов наблюдений за прошлые годы.

ГУ «ВНИИГМИ-МЦД» проектирует структуру электронных архивов, разрабатывает и сопровождает технологии сбора и первичной обработки данных наблюдений, принимает результаты функционирования технологий от УГМС, ведет их накопление, формирует электронные архивы, осуществляет их долговременное хранение и обеспечивает доступ к ним для обслуживания потребителей.

В результате этой многолетней совместной работы накоплены электронные архивы с данными метеорологических наблюдений с 1878 г. по настоящее время. Общая характеристика этих архивов отражена в табл. 1.

Приведенные в таблицах архивы – это в основном данные непосредственных наблюдений на метеорологических станциях. Кроме того, в таблицы включены архивы данных суточных и месячных обобщений.

Перечисленные в таблицах архивы весьма разнообразны как по содержанию, так и по форматам: по содержанию – в силу того, что охватывают период более ста лет, за который многократно изменялись программы наблюдений; по форматам – в силу того,

что создавались в различное время, начиная с 70-х гг. прошлого века, на различной вычислительной технике: Минск-32, ЭВМ ЕС, ПК. Кроме того, одни из них ведут свое происхождение с перфокарт (и потому имеют простую структуру), другие создавались и продолжают пополняться с помощью автоматизированных систем первичной обработки информации.

Таблица 1

Характеристика ЯОД-архивов с данными метеорологических наблюдений

Обозначение	Тип данных	Период	Объем данных		
			число станций	томов МЛ**	ГБ
Срочные наблюдения, архивы ручной подготовки					
TM0_SR	3-срочные дан- ные	1878–1935	300	77	1.01
TM1_SR	4-срочные дан- ные	1936–1965	3471	591	9.36
ВОСХОД	8-срочные дан- ные	1966–1976	3429	893	11.81
Суточные обобщения, архивы ручной подготовки					
TM1_SU	Суточные дан- ные	1878–1965	3388	207	2.77
СУТ-66	Суточные дан- ные	1966–1976	3423	128	1.31
Данные автоматизированных систем первичной обработки					
TMM1	Наблюдения на станциях	1977–1983	3593	2155	11.27
ВОСХОД-77	8-срочные дан- ные	1977–1983	3628	671	9.36
СУТ-77	Суточные дан- ные	1977–1983	3629	191	1.04
TMC	Наблюдения на станциях	1984–2007	3649	955	20.60
TMCC	Суточные обоб- щения	1984–2007	3648	335	2.68
TMCM	Месячные обоб- щения	1984–2007	3648	333	1.44
Всего:				6536	72.65

Примечание. * Учитываются все станции, на которых проводились наблюдения когда-либо в указанный период.

** Магнитные ленты и картриджи различной плотности и емкости.

Однако с информационно-логической точки зрения они обладают определенной общностью. Все упомянутые в таблицах архивы – это архивы в форматах Языка описания гидрометеорологических данных [1–3], то есть ЯОД-архивы. Это означает, что **к любому из них применимы технологии Аисори** [4, 5], обеспечивающие как доступ к архивам на уровне произвольных выборок, так и возможность применения к ним других базовых информационных технологий, например тестирования, реструктуризации, анализа полноты и пропусков и т. п. (см. [6, Книга 1]).

Необходимо отметить, что до недавнего времени ведение и эффективное использование электронных архивов наталкивалось на почти непреодолимые трудности из-за явного несоответствия масштабов проблемы (тысячи магнитных лент, сотни гигабайт информации) и возможностей вычислительной техники (максимальный объем диска на ЭВМ ЕС – 200 МБ).

Например, анализ пропусков в рядах метеорологических наблюдений требует сплошной обработки всех архивов. При размещении их на тысячах магнитных лент эта задача становится совершенно неподъемной.

Только примерно к 2002 г. объемы дисковой памяти компьютеров стали достаточными для загрузки на диск любого из имеющихся метеорологических архивов и (при наличии соответствующих программных средств) эффективной обработки всего архива за приемлемое время. Необходимые программные средства обработки ЯОД-архивов в целом были разработаны и включены в состав информационных технологий Аисори [4, 5, 7, 8].

В 2005–2007 гг. с использованием информационных технологий Аисори был проведен анализ пропусков в рядах метеорологических наблюдений, хранящихся в ЯОД-архивах Госфонда. Некоторые результаты этого анализа представлены на рис. 1 и 2 (см. [6, Книга 1]).

Следует отметить, что эти данные получены путем анализа *только содержания самих архивов*, без учета вызванных различными причинами перерывов в работе станций (в том числе Гражданская война, Великая Отечественная война и пр.). Поэтому среди выявленных пропусков есть пропуски двух типов: те, которые *можно устранить*, если сохранились результаты наблюдений в твердых копиях (книжках или таблицах наблюдений), и те, которые *в принципе нельзя устранить*.

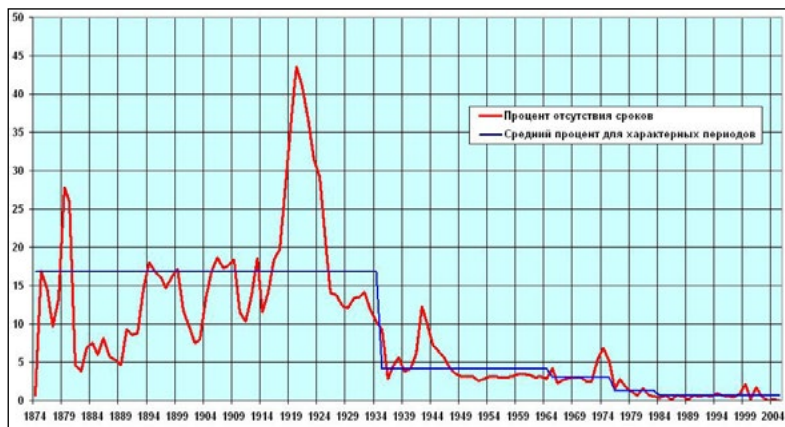


Рис. 1. Пропуски срочных наблюдений для метеостанций России в ЯОД-архивах Госфонда в 2007 г., %

На рис. 1, на котором показан процент пропусков в наблюдениях по годам, неустраняемые пропуски за счет двух войн хорошо видны как пики в соответствующие годы.

На рис. 2 крупным планом показан период с 1984 по 2005 г.



Рис. 2. Сравнение пропусков срочных данных для метеостанций России в ЯОД-архивах Госфонда в 2005 и 2007 гг., %

Верхняя кривая была рассчитана по данным, которые имелись в ЯОД-архивах Госфонда в январе 2005 года. Хорошо видно, что отсутствие наблюдений в архивах достигало 5%. Нижняя кривая рассчитана по данным, которые имелись в ЯОД-архивах Госфонда в январе 2007 года.

Сравнение показывает, что процент отсутствия наблюдений существенно снизился и не превышает 1–2%. Это произошло за счет повышения дисциплины обработки режимной информации в УГМС. В течение двух лет УГМС занесли с книжек наблюдений на магнитные носители многие ранее не обработанные данные за прошлые годы, выполнили их первичную обработку и прислали результаты обработки во ВНИИГМИ-МЦД.

Основные принципы организации работ по восстановлению пропусков

Основные принципы организации работ по восстановлению пропусков в рядах метеорологических наблюдений приведены ниже:

1. В работах по заполнению пропусков в рядах метеорологических наблюдений, хранящихся в электронных архивах Госфонда, совместно участвуют ГУ «ВНИИГМИ-МЦД» и управления гидрометеорологической службы (УГМС).

2. Для метеорологических наблюдений заполнение пропусков охватывает период с 1874 по 2007 г.

3. Работы выполняются последовательно для ЯОД-архивов, указанных в табл. 1 и 2, начиная с архивов последнего периода и далее к архивам более ранних периодов.

4. Исходные материалы для проведения работ подготавливает ВНИИГМИ-МЦД. Материалы готовятся отдельно для каждого УГМС. Ими являются:

- каталоги станций и постов по зоне ответственности УГМС;
- нормализованные ЯОД-архивы за соответствующие периоды;
- сведения о полноте и пропусках наблюдений в этих ЯОД-архивах.

5. ВНИИГМИ-МЦД также разрабатывает и предоставляет УГМС:

- программное обеспечение для подготовки и контроля дан-

ных. В состав этого программного обеспечения входит, в частности, система первичной обработки ПЕРСОНА МИС;

- инструкции по занесению данных из книжек наблюдений, таблиц, лент самописцев и других источников;

- инструкции по обработке данных программными средствами и технологиями.

6. УГМС выполняет следующие работы:

- уточняет каталоги станций и постов по зоне ответственности УГМС;

- выполняет сплошной контроль полученных данных по технологии, предоставленной ВНИИГМИ-МЦД;

- вносит исправления в данные по результатам контроля;

- восполняет пропуски в данных наблюдений, используя имеющиеся в УГМС материалы (книжки наблюдений, таблицы, ленты самописцев, файлы и т.п.) и технологии, предоставленные ВНИИГМИ-МЦД;

- возвращает проконтролированные и дополненные данные во ВНИИГМИ-МЦД в согласованном виде.

7. ВНИИГМИ-МЦД на основе полученных из УГМС проконтролированных и дополненных данных подготавливает новые, более полные и качественные версии базовых и нормализованных архивов и предоставляет эти версии УГМС.

Общая схема организации работ по метеорологии

Период 1984–2007 гг. Технология восстановления пропусков в ЯОД-архивах ТМС за период с 1984 г. по настоящее время включает три этапа:

1. Занесение данных в ПК из различных источников (см. ниже), с помощью программ ввода системы ПЕРСОНА МИС.

2. Обработка занесенных данных программами этой же системы, *включая контроль данных*, и получение месячных порций архивных файлов ТМС, ТМСС, ТМСМ.

3. Включение полученных месячных порций архивов ТМС, ТМСС, ТМСМ в существующие ЯОД-архивы ТМС, ТМСС, ТМСМ с помощью базовых информационных технологий Госфонда (см. [4] и [6, Книга 1]).

Первые два этапа выполняются в УГМС, последний – во ВНИИГМИ-МЦД.

Технология обеспечивает подготовку и ввод данных в ПК для

заполнения пропусков с использованием:

- книжек наблюдений;
- бланков с обработанными данными лент самописцев;
- таблиц ТМС, полученных за прошлый период;
- сохранившихся кодировочных листов, подготовленных для ввода данных в ПК в блочном коде;
- сохранившихся копий ЯОД-файлов на дискетах;
- сохранившихся файлов формата ISX и т.п.

Технология предназначена для УГМС и подразделений ВНИИГМИ-МЦД, обеспечивающих подготовку массивов для заполнения пропусков в архивах за период с 1984 г. по настоящее время. Общее описание технологии, включая ее организационное обеспечение, приведено в [6, Книга 2].

Методическую основу технологии составляют следующие технологические инструкции, подготовленные в результате выполнения темы [6, Книга 2]:

1. Инструкция по восстановлению данных в архивных файлах ТМС с книжек наблюдений и лент самописцев содержит описание технологии подготовки данных для заполнения пропусков в архивных файлах с режимной метеорологической информацией станций за период 1997–2003 гг. В ней изложены порядок действий и описание средств, позволяющих производить восстановление.

2. Инструкция по занесению данных в ПК с таблиц ТМС-84 предназначена для подготовки и занесения данных на технический носитель непосредственно с месячных метеорологических таблиц ТМС, полученных в результате обработки данных на ЕС ЭВМ и ПК, с целью дальнейшей обработки на ПК системой ПЕРСОНА МИС для заполнения пропусков в архивах. Инструкция содержит порядок подготовки и занесения данных из таблиц ТМС, общее описание заносимых в ПК данных из таблиц ТМС, порядок подготовки и занесения признаков характеристик. Детально изложен порядок подготовки и ввода в ПК через экранные формы основной 8 (4)-срочной информации из таблиц ТМС, месячных наблюдений и т.п. Изложены особенности занесения данных в ПК и их обработки.

В качестве программного обеспечения технологии используется система ПЕРСОНА МИС, которая обрабатывает данные, подготовленные с помощью описанных выше инструкций, контролирует их и формирует архивные файлы ТМС, ТМСС, ТМСМ.

Период 1977–1983 гг. Технология восстановления пропусков

в ЯОД-архиве ТММ1 за период 1977–1983, когда режимная метеорологическая информация обрабатывалась на ЭВМ «Минск-32» (в некоторых УГМС 1977–1984, 1977–1985, 1977–1986 гг.), включает четыре этапа:

1. Занесение данных из таблиц ТММ1 в ПК с помощью программ ввода системы ПЕРСОНА МИС;

2. Обработка занесенных данных программами этой же системы, включая контроль данных, и получение месячных порций архивных файлов ТМС, ТМСС, ТМСМ;

3. Преобразование полученных порций архивных файлов ТМС в формат ЯОД-архива ТММ1 с помощью специализированной программы «Преобразование формата ТМС к формату ТММ1» (см. [6, Книга 4]);

4. Включение полученных месячных порций архива ТММ1 в существующий ЯОД-архив ТММ1 с помощью базовых информационных технологий Госфонда ([6, Книга 1]).

Первые два этапа выполняются в УГМС, последние два – во ВНИИГМИ-МЦД.

Методическую основу технологии составляет подготовленная в результате выполнения темы технологическая инструкция по восстановлению данных в архивных файлах ТММ1 по данным из метеорологических таблиц ТММ1 [6, Книга 2]. Она содержит правила приведения данных в таблицах ТММ1 к тому виду, в котором они должны заноситься в ПК в системе ПЕРСОНА МИС, то есть фактически к виду ТМС.

Инструкция предназначена только для заполнения пробелов в архивных данных, полученных в период, когда режимная метеорологическая информация обрабатывалась на ЭВМ «Минск-32». Из-за одновременного перевода обработки на ЕС ЭВМ этот период для отдельных УГМС закончился в 1984, 1985 и даже в 1986 гг.). Подготовка и обработка данных за этот период выполнялись по следующей технологии. На перфоленту в виде одного сообщения с помощью телетайпа заносились и обрабатывались одним программным комплексом на ЭВМ «Минск-32» следующие пять видов данных:

- основная 8-срочная информация;
- информация о температуре почвы под оголенной поверхностью и под естественным покровом;
- информация гелиографа;

- результаты снегосьеомок;
- сведения об особо опасных явлениях (ООЯ).

Первые три вида данных (результаты наблюдений и выводы по ним) помещались в месячных метеорологических таблицах ТММ1, которые состояли из 14 страниц, а результаты снегосьеомок и сведения об ООЯ помещались только в метеорологических ежемесячниках (МЕ), часть 2.

В архивный ЯОД-файл ТММ1, структура которого была разработана после появления Языка описания данных, были включены эти пять видов данных.

Поэтому при отсутствии за этот период данных для заполнения пропусков в книжках наблюдений основную их часть можно занести из таблиц ТММ1, а результаты снегосьеомок – из метеорологических ежемесячников, часть 2. К сожалению, сведения об особо опасных явлениях не могут быть занесены из МЕ, часть 2 в форму ТМС «Опасные (или стихийные – старое название) гидрометеорологические явления», т. к. они содержатся в МЕ, часть 2 в обобщенном виде. Результаты наблюдений, помещенные в таблицах ТММ1 и МЕ, часть 2, предполагается заносить на ПК с помощью ввода данных в ПК по форме книжек наблюдений.

Подробное изложение инструкции приведено в [6, Книга 2]. Там же содержится описание особенностей преобразования элементов архива ТМС в архив ТММ1, включая подробный перечень условий и правил, в соответствии с которыми должны быть преобразованы данные ТММ1, занесенные из таблиц ТММ1 с помощью программ ввода системы ПЕРСОНА МИС и обработанные этой системой, как данные ТМС, к формату ТММ1.

Программа «Преобразование формата ТМС к формату ТММ1»

Программа выполняет преобразование ЯОД-файлов формата ТМС к формату ТММ1. Программа оформлена как консольное приложение и может использоваться в режиме мультиобработки [4] как подключенное приложение, поэтому она может обрабатывать как отдельный ЯОД-файл, так и список, папку или дерево ЯОД-файлов.

Программа разработана с целью использования системы первичной обработки ПЕРСОНА МИС для устранения пропусков в архиве ТММ1. Этот архив содержит данные метеорологических

наблюдений на станциях за 1977–1983 гг. При объеме архива 11,5 ГБ процент пропусков составляет 1,2%. Во многих случаях данные, которых нет в архиве, сохранились на бумаге – в книжках наблюдений или в таблицах TМ1. Несмотря на изменения в программе наблюдений, произошедшие после 1983 г., данные периода 1977–1983 гг. могут быть подвергнуты обработке средствами ПЕРСОНЫ МИС. Методика занесения данных для обработки из книжек и таблиц разработана во ВНИИГМИ-МЦД Б.В. Апариным. В результате обработки получаютсЯОД-файлы в формате TMC. Однако из-за особенностей методики занесения данных, их *семантика отличается от семантики обычного TMC* тем, что максимально приближена к семантике TMM1. В частности, это касается временных параметров – дня и срока, которые даются по правилам TMM1.

Данная программа преобразует ЯОД-файлы в формате TMC, подготовленные по методике Б.В. Апарина, к формату TMM1, после чего они могут быть включены в архив TMM1.

Особенности структуры ЯОД-архивов TMM1 и TMC. В архиве TMC 12 видов записей, однако только 7 из них содержат данные, которые входят в формат в TMM1:

1	Запись CONST	– Паспортные данные станции
2	Запись SUTKI	– Основные данные срочных наблюдений и суточные наблюдения
3	Запись TPOCHV	– Температура почвы на глубинах
4	Запись GELIO	– Информация гелиографа
6	Запись SNEG	– Данные маршрутных снегосъемок
8	Запись OBLJAW	– Данные об обледенении и особо опасных явлениях
9	Запись ATMOS	– Результаты наблюдений за атмосферными явлениями

Архив TMM1 имеет семь видов записей (в скобках приведены имена записей TMC, из которых они формируются):

1	Запись CONST	– Паспортные данные станции (CONST)
2	Запись SROKM	– Основные данные срочных наблюдений (SUTKI и TPOCHV)
3	Запись SUTKI	– Суточные наблюдения (SUTKI и TPOCHV)
4	Запись GELIO	– Информация гелиографа (GELIO)
5	Запись ATMOS	– Результаты наблюдений за атмосферными

		явлениями (ATMOS)
6	Запись OSOJAW	– Сведения об особо опасных явлениях (OBLJAW)
7	Запись SNEG	– Данные маршрутных снегосъемок (SNEG)

Как видно, преобразование форматов в пяти случаях идет запись в запись, а в двух случаях запись **TMM1** формируется из двух записей **TMC**.

Общее описание алгоритма программы. При обработке файла архива **TMC** программа последовательно читает записи ЯОД-файла в 21 рабочую область. Рабочие области представляют собой векторные или табличные структуры, соответствующие линейным участкам или простым группам записей архива **TMC**. Элементы структур имеют в основном формат 2-байтовых целых. В нескольких случаях они имеют формат 4-байтовых целых или строк символов. Чтение, преобразование данных к соответствующему формату и распределение по рабочим областям выполняется средствами Аисори по специально подготовленному запросу на чтение **TMC**. В запросе предусмотрена выборка из записей вида 1, 2, 3, 4, 6, 8 и 9 лишь тех элементов, которые имеются в архиве **TMM1**.

В цикле чтения данные, *относящиеся к одному месяцу, накапливаются* в 21-й области памяти, каждая из которых имеет *структуру массива соответствующей рабочей области*. Размерность этого массива зависит от числа повторений в месячной порции данных той записи ЯОД-файла, к которой относится данная рабочая область.

Необходимость накопления месячной порции данных обусловлена тем, что невозможно организовать обработку запись – в запись, поскольку записи архива **TMC** читаются последовательно, а при формировании каждой из записей **SROKM** и **SUTKI** архива **TMM1** приходится использовать записи двух видов. Кроме того, формирование значений некоторых элементов записей **SROKM** зависит от наблюдавшихся атмосферных явлений, содержащихся в записи **TMC ATMOS**.

После накопления месячной порции данных производится последовательное формирование элементов записей архива **TMM1** в 17 рабочих областях и вывод записей из рабочих областей в выходной файл формата **TMM1**. Рабочие области (аналогично рабочим областям для чтения) представляют собой векторные

или табличные структуры, соответствующие линейным участкам или простым группам записей архива **ТММ1**. Элементы структур имеют в основном формат 2-байтовых целых. В нескольких случаях они имеют формат 4-байтовых целых или строк символов. Преобразование данных к формату **ТММ1** и комплектование из них записей выполняется средствами Аисори по специально подготовленному запросу на запись **ТММ1**.

Список литературы

1. Веселов В.М. Язык описания гидрометеорологических данных для IBM PC совместимых ПЭВМ // Труды ВНИИГМИ-МЦД. 1996. Вып. 160. С. 41–54.
2. Веселов В.М., Прибыльская И.Р. Общая характеристика и язык запросов системы Аисори // Труды ВНИИГМИ-МЦД. 1996. Вып. 160. С. 55–68.
3. Веселов В.М. Архивы Госфонда на ПЭВМ и технология их организации // Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2002. Вып. 170. С. 16–30.
4. Веселов В.М. Технологическая поддержка организации архивов Госфонда на ПЭВМ. Технология «Аисори – АРМ ЯОД-Архив» // Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2002. Вып. 170. С. 66–85.
5. Веселов В.М. Структура и информационные технологии баз и банков архивных данных Госфонда (1976–2004 гг.) // Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2007. Вып. 172. С. 38–59.
6. Формирование информационных ресурсов Росгидромета. Научно-методическая и технологическая поддержка работ по заполнению пропусков в рядах гидрометеорологических наблюдений: Отчет о НИР (заключительный) в 4 книгах/ ВНИИГМИ-МЦД; Руководитель – С.Г. Сивачок. 1.2.10. Обнинск, 2007.
 - Книга 1. Базовые информационные технологии Госфонда. Создание РСБД «Метеорология» и «Гидрология – реки». 39 с.
 - Книга 2. Приложения. 86 с.
 - Книга 4. Описание программ. 48 с.
7. Веселов В.М. Формирование нормализованного ЯОД-архива Сутки 66–76. Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2003. 29 с.
8. Веселов В.М. Организация метеорологического архива ТМС на ПЭВМ. Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2008. 40 с.

О ЗАЩИТЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ В ОБЛАСТИ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И СМЕЖНЫХ С НЕЙ ОБЛАСТЕЙ

В законодательстве Российской Федерации стремление к созданию открытого информационного общества гармонично сосуществует с разумными требованиями обеспечения должного уровня защиты информационных ресурсов и систем. Регулирование правовых отношений, возникающих при обеспечении защиты информации, а также при осуществлении права на поиск, получение, передачу, производство и распространение информации и применении информационных технологий, осуществляется Федеральным законом № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации», а в отношении к информационным ресурсам в области гидрометеорологии и смежных с ней областей еще и Законом № 113-ФЗ «О гидрометеорологической службе» и Законом № 68-ФЗ «Об архивном деле в Российской Федерации», в котором регулируется порядок хранения и использования включенной в состав архивных фондов документированной информации.

С одной стороны, государство заботится о защите собственных интересов, интересов общества и гражданина в сфере права доступности информации, с другой – всегда существуют интересы субъектов информационных отношений в сохранении в тайне некоторой части своей информации. Кроме того, актуальность проблемы защиты усиливается в связи с тем, что в современном обществе средой обработки информации и местом ее долговременного хранения, как правило, являются специализированные информационные центры, где сосредоточены средства вычислительной техники и информационно-телекоммуникационная инфраструктура. Их специалисты наравне с другими субъектами информационных отношений также заинтересованы в минимизации возможного ущерба от потери и искажения информации, которая может возникнуть в результате нештатной работы программных и технических средств, так как это может привести как к компрометации информации (нарушение целостности и конфиденциальности),

так и к ее недоступности. Поэтому вопросы защиты информации, и в области гидрометеорологии в том числе, должны находиться под постоянным контролем и регулированием со стороны структур управления организаций и учреждений Росгидромета.

В соответствии с современными представлениями об информационной безопасности, вытекающими из законодательства Российской Федерации, система защиты информации должна состоять из трех компонентов:

1. Защита целостности информации – соответствие информации первоисточнику, непротиворечивость.
2. Защита доступности информации – законное право получить доступ к информации за приемлемое время.
3. Защита конфиденциальности – право на сохранение всей информации или ее части в тайне.

Каждая из этих компонент должна быть обеспечена специфической совокупностью мер и средств защиты и каждая из них играет свою роль в обеспечении информационной безопасности. При этом защита целостности и доступности информационных ресурсов всегда актуальна как для конфиденциальной информации, так и для информационных ресурсов, которые не требуют ограничений в распространении.

Основную часть информационных ресурсов в области гидрометеорологии и смежных с ней областей представляют данные и сведения мониторинга окружающей среды, которые в соответствии с Законом № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» относятся к общедоступной информации. В то же время эти же информационные ресурсы включают в себя не только результаты мониторинга окружающей среды, но и различные сведения (данные), не попадающие по этому признаку в класс общедоступной информации. Примером могут служить сведения о наблюдательных платформах, сведения о станциях и постах, данные о гидрографических и других характеристиках территорий, расчетные характеристики и т.д. Такая информация не является результатом мониторинга окружающей среды (мониторинг – специально организованное, систематическое наблюдение за состоянием объектов, явлений, процессов). Вопросы обеспечения защиты такой информации, а вместе с ней и информационной продукции (массивов, баз данных и т.п.), применения соответствующих мероприятий и средств защиты

остаются открытыми до компетентного решения вопроса на основе категорирования информации.

Категорирование ресурсов является необходимым элементом организации работ по обеспечению информационной безопасности и имеет своей целью создание нормативно-методической основы для дифференцированного подхода к защите ресурсов на основе их классификации по степени риска в случае нарушения их доступности, целостности или конфиденциальности. Как правило, выделяют следующие категории конфиденциальности информации:

- **«ВЫСОКАЯ»** – к данной категории относится несекретная информация, являющаяся конфиденциальной (служебная, коммерческая, персональная тайны) в соответствии с требованиями действующего законодательства Российской Федерации;

- **«НИЗКАЯ»** – к данной категории относится конфиденциальная информация, не отнесенная к категории «ВЫСОКАЯ», ограничения на распространение которой вводятся руководством организации в соответствии с предоставленными действующим законодательством правами;

- **«НЕТ ТРЕБОВАНИЙ»** – к данной категории относится информация, обеспечения конфиденциальности (введения ограничений на распространение) которой не требуется (общедоступная информация).

По аналогии вводятся категории целостности защищаемой информации:

- **«ВЫСОКАЯ»** – информация, несанкционированная модификация которой может привести к нанесению значительного прямого ущерба, а целостность и аутентичность (подтверждение подлинности источника) которой должна обеспечиваться гарантированными методами (например средствами расчета контрольных сумм или электронной цифровой подписи) в соответствии с обязательными требованиями действующего законодательства;

- **«НИЗКАЯ»** – к данной категории относится информация, несанкционированная модификация которой может привести к нанесению незначительного косвенного ущерба, а целостность (при необходимости и аутентичность) которой должна обеспечиваться в соответствии с решением руководства организации или учреждения (методами подсчета контрольных сумм, ЭЦП и т.п.);

• **«НЕТ ТРЕБОВАНИЙ»** – к данной категории относится информация, к обеспечению целостности (и аутентичности) которой требований не предъявляется.

И категории доступности:

• **«БЕСПРЕПЯТСТВЕННАЯ ДОСТУПНОСТЬ»** – к информации должен обеспечиваться доступ в любое время (задержка получения не должна превышать нескольких секунд или минут);

• **«ВЫСОКАЯ ДОСТУПНОСТЬ»** – доступ должен осуществляться без существенных временных задержек (задержка не должна превышать нескольких часов);

• **«СРЕДНЯЯ ДОСТУПНОСТЬ»** – доступ может обеспечиваться с существенными временными задержками (задержка не должна превышать нескольких дней);

• **«НИЗКАЯ ДОСТУПНОСТЬ»** – временные задержки для доступа не лимитированы (несколько недель или месяцев).

Таким образом, одной из актуальных задач защиты информации в области гидрометеорологии и смежных с ней областей, на современном этапе следует считать задачу категорирования информационных ресурсов по каждой из компонент безопасности и определению требований по оснащению средствами защиты выделенных категорий информации. Это прежде всего требования к физическим средствам защиты, мерам и средствам программно-технической защиты.

Другой по важности является задача создания организационно-правового режима защиты информации в каждой конкретной организации, что предусматривает создание и поддержание правовой базы защиты информации, а также разработку и введение в действие необходимых внутренних организационно-распорядительных документов. Организационные меры защиты – это прежде всего меры, регламентирующие процессы функционирования систем обработки данных, использование их ресурсов, деятельность обслуживающего персонала, а также порядок взаимодействия пользователей с системой таким образом, чтобы в наибольшей степени затруднить или исключить возможность реализации угроз безопасности или снизить размер потерь в случае их реализации. К таким мерам может быть отнесена регламентация доступа в помещения (в здание, на территорию), регламентация допуска сотрудников к использованию информационных ресурсов, регламентация процессов ведения баз данных и осуществления

модификации информационных ресурсов, регламентация процессов обслуживания и осуществления модификации аппаратных и программных ресурсов, обеспечение и контроль физической целостности (неизменности конфигурации) аппаратных ресурсов, кадровая работа по обеспечению защиты информации (подбор и подготовка персонала, обучение пользователей), ответственность за нарушения установленного порядка.

Создание организационно-правового режима защиты информации в организациях и учреждениях Росгидромета совместно с инвентаризацией и категорированием информационных ресурсов являются первыми необходимыми шагами для принятия решений по правильному выбору и эффективному использованию средств защиты информации в области гидрометеорологии и смежных с ней областей.

*А.В. Беспрозванных, Е.П. Потапова, Л.Н. Сенова,
Н.Л. Ульянич, Р.А. Шерстюкова*

ПРИЕМ, ОБРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ, ПОСТУПАЮЩЕЙ С КАНАЛОВ СВЯЗИ

Информация по каналам связи по всему земному шару поступает во ВНИИГМИ-МЦД в центр коммутации сообщений (ЦКС).

Схема обработки данных, поступающих по каналам связи, и их использования представлена на рис. 1.

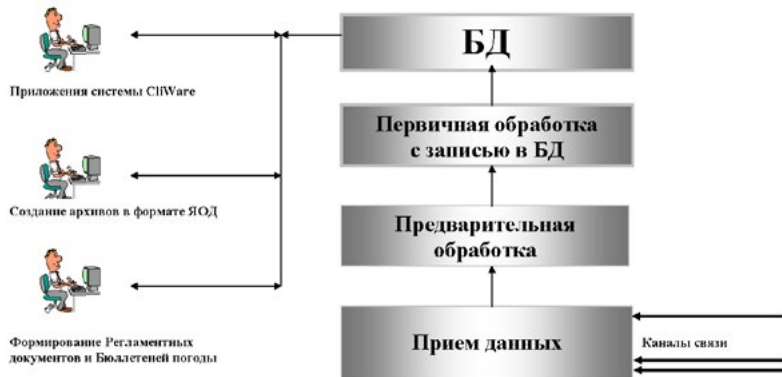


Рис. 1. Схема обработки данных, поступающих по каналам связи, и их использования

Программный комплекс накопления оперативных метеорологических данных на основе реляционной СУБД (система Омега) предназначен для приема, обработки и накопления в базе данных в реальном масштабе времени метеорологической информации, поступающей по каналам связи.

Программный комплекс системы Омега состоит из следующих этапов:

І этап – прием данных с канала связи;

ІІ этап – предварительная обработка;

ІІІ этап – первичная обработка с записью в реляционную базу данных.

Основные функции системы Омега:

- прием с каналов связи оперативной метеорологической информации;
- синтаксический разбор кодовых форм и раскодирование метеорологических параметров;
- логический контроль метеорологических параметров;
- формирование базы данных на основе промышленной СУБД.

Прием с канала связи

Программа, выполняющая прием данных, является клиентом ЦКС и принимает от него поток сообщений, содержащих метеорологическую информацию. На сетевом и транспортном уровне используется межсетевой протокол TCP/IP, на прикладном – возможные протоколы (ТРАНСМЕТ, МТС, UNIMAS). Реализован прием информации с использованием спутникового оборудования и технологии МИТРА.

Предварительная обработка

Задачей предварительной обработки является подготовка данных для первичной обработки. Программа обеспечивает следующие функции:

- опознает вид данных, передаваемых в сообщении;
- игнорирует не подлежащие дальнейшей обработке сообщения;
- выполняет контроль заголовка сообщения;
- формирует сообщение для дальнейшей обработки, записывает его в страховочный файл.

Первичная обработка

Процесс первичной обработки данных реализует следующие функции:

- синтаксический разбор данных;
- раскодирование значений метеорологических величин;
- внутрителеграммный логический контроль значений метеорологических величин;
- запись наблюдений в базу данных;
- запись забракованных телеграмм в файлы брака.

Единицей первичной обработки является бюллетень. На всех этапах обработки данные сопровождаются заголовком – описанием бюллетеня, в котором указываются все необходимые сведения о бюллетене.

При этом формируется протокол работы, отражающий количество обработанной информации. После окончания обработки одной порции входной информации или в любой момент времени можно получать информацию о количестве и качестве информации, уже находящейся в базе данных средствами для работы с базой данных.

Синтаксический разбор

Задачами синтаксического разбора являются:

- выделение телеграмм из сообщений;
- опознавание и расстановка групп в поле фиксированного формата.

На этапе синтаксического контроля выполняется разбор каждой телеграммы с целью опознавания групп и расстановки их в поле фиксированного формата. Для унификации программы синтаксического разбора разработан цифровой язык описания процесса синтаксического разбора метеорологических данных в кодах FM и КН [1, 2], с помощью которого процесс разбора конкретного кода можно представить в виде таблицы. Эти таблицы размещаются в файле на внешнем носителе.

Алгоритм разбора данных по таблицам обеспечивает высокую независимость программы от вида обрабатываемых данных и позволяет достаточно просто подключать к первичной обработке новые виды данных.

В процессе синтаксического разбора отмечаются все отклонения телеграммы от формата, в результате чего формируется признак качества синтаксического разбора. Чем больше значение признака качества, тем более серьезные отклонения от формата обнаружены программой. Забракованные телеграммы бюллетеня оформляются в сообщение и записываются в файл брака для дальнейшего анализа и корректировки. Телеграммы, не имеющие фатального признака качества, отправляются на дальнейшую обработку.

Раскодирование

Входными данными программы раскодирования является выходное поле программы синтаксического разбора.

Выходными данными программы раскодирования является область оперативной памяти, в которой размещаются

раскодированные телеграммы. Структура метеорологических телеграмм содержит призначную часть, в состав которой входят:

- дата и время наблюдения;
- идентификатор станции;
- обобщенный признак качества телеграммы.

Значения метеорологических величин располагаются в числовом массиве

Программа раскодирования состоит из управляющей программы и набора модулей, раскодирующих значения отдельных элементов.

Подключение нового вида информации сводится к разработке и подключению новых модулей раскодирования метеовеличин и таблиц раскодирования.

Часть модулей является общей для всех типов информации. Некоторые модули являются индивидуальными для конкретного вида информации.

Раскодирование значений метеорологических величин представляет собой преобразование кодовых значений в натуральные единицы. Раскодируются все значения, которые могут быть переведены в натуральные значения, остальные значения остаются в кодах.

Контроль

Внутрителеграммный логический контроль выполняется после раскодирования значений метеорологических величин. Значения контролируются на допустимые пределы, а также на внутреннюю согласованность данных.

Программа контроля состоит из управляющей программы и набора модулей, контролирующих значения отдельных элементов.

Модули контроля снабжают значения метеорологических величин признаками качества:

- 0 – контроль величины не проводился;
- 1 – значение величины корректно;
- 2 – значение величины сомнительно;
- 3 – значение величины ошибочно.

В результате контроля телеграммы формируется обобщенный признак качества последней, в котором отражается наличие ошибок формата, а также наличие сомнительных и ошибочных значений.

Запись в базу данных

Для хранения информации и последующего ее использования выбрана СУБД реляционного типа (это может быть ORACLE, MS SQL, SapDB, PostgreSQL, Linter).

В соответствии с выбранной реляционной моделью баз данных все оперативные данные сгруппированы в таблицы. Таблица – это систематизированная совокупность однородных по структуре данных, логическая единица информационной базы данных.

Программа записи в базу данных использует средства ODBC API (открытый интерфейс доступа к базам данных из прикладных программ), разработанный в фирме Microsoft, с применением структурированного языка запросов SQL.

Удаление дублей

При передаче по каналам связи зачастую одна и та же телеграмма поступает не один раз. Кроме того, поступает исправленная информация, помеченная знаком COR, или опоздавшие данные. Поэтому одна и та же телеграмма может поступать на запись в базу данных неоднократно.

Дублями считаются телеграммы, у которых призначные части (координаты, номер станции, время наблюдения) совпадают.

Как было сказано ранее, каждая телеграмма в процессе первичной обработки снабжается признаком качества. Чем больше его значение, тем хуже качество телеграммы.

Для замены телеграмм, уже существующих в базе данных, используется значение признака качества телеграммы. В базу данных помещается та телеграмма, признак качества которой меньше. При равных значениях признаков качества замена производится, если в новой телеграмме больше значений метеовеличин. Если телеграмма помечена знаком COR, то она обязательно заменяет старую, несмотря на значения признаков качества.

Забракованные в процессе обработки телеграммы в файле брака должны быть откорректированы специалистами по видам данных. По окончании корректировки файлы могут быть направлены на повторную предварительную и первичную обработку в пакетном режиме.

Мониторинг поступления информации

В настоящее время информация по каналам связи поступает с метеорологических станций всего земного шара.

В среднем в БД записывается метеорологических телеграмм SYNOP:

- за срок от 6000 до 9000;
- за сутки примерно 60000;
- за месяц: МАЙ 2009 – 1860041, СЕНТЯБРЬ 2009 – 1321278,

в том числе с российских станций:

- за срок от 1100 до 1400;
- за сутки примерно 12300;
- за месяц: МАЙ 2009 – 390344, СЕНТЯБРЬ 2009 – 372005;

СНГ + Россия:

- за срок от 1700 до 1900;
- за сутки примерно 15600;
- за месяц: МАЙ 2009 – 486553, СЕНТЯБРЬ 2009 – 471454;

с зарубежных станций (без СНГ):

- за срок от 3000 до 5000;
- за сутки примерно 43800;
- за месяц: МАЙ 2009 – 1373488, СЕНТЯБРЬ 2009 – 1321278.

Контроль за записью информации в базу данных осуществляется через просмотр полноты записанных за текущий срок данных. База данных системы содержит гидрометеорологическую информацию за последние полтора года. Мониторинг осуществляется на основе состояния базы данных на текущий момент.

<http://cliware.meteo.ru/gtsmonitor/synop.html> – интернет-адрес, по которому можно посмотреть полноту записанной в базу данных информации.

<http://www.meteo.ru> – интернет-адрес, по которому можно посмотреть график текущей температуры воздуха или давления на станции за последние пять дней.

На рис. 2 и 3 показаны образцы экранов контроля записи информации в базу данных.

Мониторинг может осуществляться по типам информации, передающему центру, по станции. На рис. 4 показан пример запроса на поступившую информацию за конкретную дату по конкретной станции, на рис. 5 – результат этого запроса, на рис. 6 – результат запроса о поступлении оперативных данных по передающим центрам.

Собранные в БД оперативные метеорологические данные в дальнейшем могут быть использованы средствами системы CliWare для расчета климатических характеристик и метеорологических параметров, для формирования регламентных документов, для предоставления потребителям.

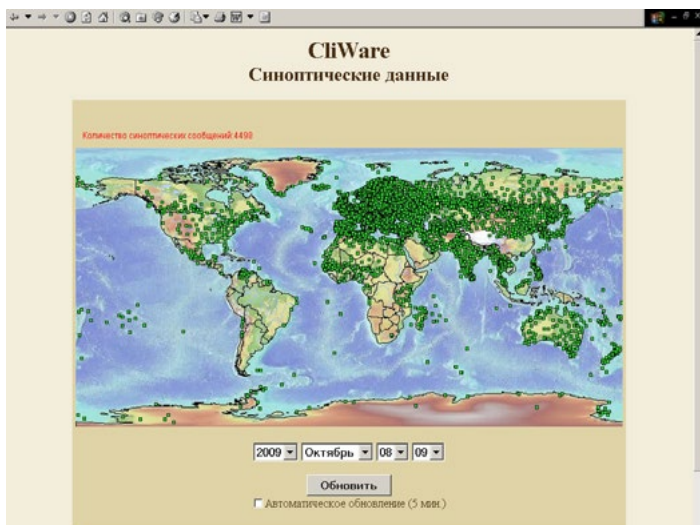


Рис. 2. Мониторинг сбора синоптических данных

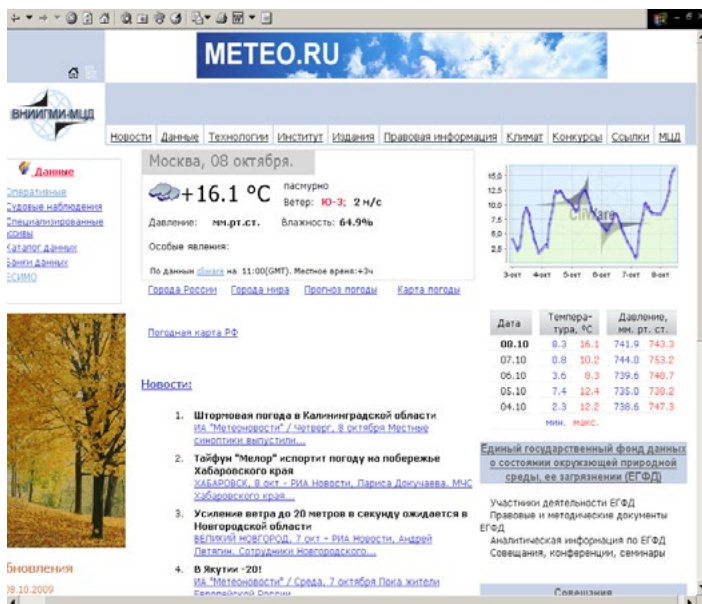


Рис. 3. График температуры воздуха за последние пять дней

Система CliWare

Справка о поступлении оперативных данных

*** Оперативные данные:**

СИНОПТИКА:
☒ SYNOP(сухопутная)
☐ SHIP(судовая)

ОКЕАНОГРАФИЯ:
☐ BATHY
☐ TESAC
☐ WDOU

АЭРОЛОГИЯ:
☐ с сушевых станций
☐ TEMP SHIP
☐ PILOT SHIP
☐ с морских станций
☐ TEMP
☐ PILOT

КЛИМАТ:
☐ CLIMAT

Помощь в заполнении начальной и конечной даты
 None

Начальная дата: 2009-09-01 00:00 (GGGG-MM-DD HH:mm)
Конечная дата: 2009-09-01 23:59 (GGGG-MM-DD HH:mm)

Передающий центр:
 Станция: 27612

☐ по наблюдению
☒ по старшему
☐ по передающему центру
 (SYNOP, BATHY, TEMP, PILOT, CLIMAT не имеют передающего центра)

Тип справки:

Подача запроса

Все параметры, отмеченные символом(*) - обязательные для заполнения

Рис. 4. Запрос о поступлении оперативных данных по станции

Результаты запроса - Microsoft Internet Explorer

файл Правка Вид Избранное Сервис Справка

Адрес: http://cliware.meteo.ru/spravka/validate.jsp?tbl=318tpdate=none&minDate=2009-09-01+00%3A00&maxDate=2009-09-01+23%3A59

Система CliWare

Справка по станциям

станция=27612 за период с 2009-09-01 00:00 по 2009-09-01 23:59

Вид наблюдений	Станция	Наименование	Минимальная дата	Максимальная дата	Кол-во записей
SYNOP(сухопутная)	27612	MOSKVA	2009-09-01 00:00	2009-09-01 21:00	18

Возврат

Готово

Интернет

16:56

Рис. 5. Результат запроса о поступлении оперативных данных по станции

Справка по передающим центрам за период с 2009-09-01 00:00 по 2009-09-01 23:59				
Вид наблюдения	Передающий центр	Минимальная дата	Максимальная дата	Кол-во записей
SHIP(судовая)	AMMC	2009-09-01 00:00	2009-09-01 22:00	150
SHIP(судовая)	CWVR	2009-09-01 00:00	2009-09-01 23:00	381
SHIP(судовая)	CWEG	2009-09-01 00:00	2009-09-01 23:00	46
SHIP(судовая)	EBER	2009-09-01 00:00	2009-09-01 21:00	567
SHIP(судовая)	RJHB	2009-09-01 00:00	2009-09-01 18:00	16
SHIP(судовая)	CWTO	2009-09-01 00:00	2009-09-01 23:00	323
SHIP(судовая)	EDB	2009-09-01 00:00	2009-09-01 23:00	24
SHIP(судовая)	NZKL	2009-09-01 00:00	2009-09-01 21:00	13
SHIP(судовая)	KWBC	2009-09-01 00:00	2009-09-01 23:00	4300
SHIP(судовая)	CWUL	2009-09-01 00:00	2009-09-01 23:00	24
SHIP(судовая)	ESWI	2009-09-01 00:00	2009-09-01 18:00	27
SHIP(судовая)	CWHX	2009-09-01 00:00	2009-09-01 21:00	92
SHIP(судовая)	WESS	2009-09-01 00:00	2009-09-01 18:00	71
SHIP(судовая)	KWNB	2009-09-01 01:00	2009-09-01 23:00	2651
SHIP(судовая)	LFVW	2009-09-01 00:00	2009-09-01 21:00	76
SHIP(судовая)	KWUM	2009-09-01 00:00	2009-09-01 21:00	46
SHIP(судовая)	RTRK	2009-09-01 00:00	2009-09-01 23:00	200
SHIP(судовая)	EUMS	2009-09-01 00:00	2009-09-01 21:00	97
SHIP(судовая)	LFVW	2009-09-01 00:00	2009-09-01 23:00	684
SHIP(судовая)	ENMG	2009-09-01 00:00	2009-09-01 23:00	187
SHIP(судовая)	EDZW	2009-09-01 00:00	2009-09-01 21:00	25
SHIP(судовая)	RJTD	2009-09-01 00:00	2009-09-01 21:00	75
SHIP(судовая)	PANC	2009-09-01 00:00	2009-09-01 23:00	304
SHIP(судовая)	ENDB	2009-09-01 00:00	2009-09-01 23:00	254
SHIP(судовая)	RJMS	2009-09-01 00:00	2009-09-01 18:00	7
SHIP(судовая)	LGAT	2009-09-01 00:00	2009-09-01 21:00	14
Всего центров				Всего 10654

Рис. 6. Результат запроса о поступлении оперативных данных по передающим центрам

Архивирование метеорологической информации

На базе оперативных данных, получаемых по глобальной сети телесвязи (ГСТ), ежемесячно производится формирование архива метеорологических наблюдений на метеорологических станциях на территории России и зарубежной территории, поступающих по каналам связи в кодах FM [1, 2].

С учетом оперативного характера данных, получаемых по ГСТ, обработка и формирование массивов данных для записи на архивные носители в формате ЯОД [3] производится ежемесячно.

В 2007 году был осуществлен переход на новую технологию архивирования метеорологической информации (**SYNOP**) по оперативным данным системы CliWare. Новый архив является продолжением архива SYNOP-96 и в настоящее время включает в себя полный объем информации системы CliWare как по России и СНГ, так и по зарубежным станциям. Ежемесячный объем данных, поступающих в архив SYNOP-96, составляет 120–130 МБ (30–35 МБ – по территории бывшего СССР, 90–95 МБ – по

остальной территории Земли). Фактически часть станций на территории России передают данные в формате SYNOP более восьми раз в сутки и не всегда в стандартные сроки. Для зарубежных станций это замечание еще более существенно, поскольку значительная часть станций в Европе и Северной Америке передают данные 24 и более раз в сутки. При этом вся совокупность данных за каждый месяц разделяется на две части в соответствии с территориальной принадлежностью метеорологических станций и записывается в два файла. Первый из них содержит данные для станций по территории бывшего СССР (включая, естественно, и Россию), а второй файл содержит данные станций вне территории бывшего СССР (зарубежные станции). Состав элементов файла не является постоянным и зависит от объема наблюдений за данный срок по данной станции. Перечень метеорологических элементов в архиве определяется кодом SYNOP (FM-12).

По оперативным данным системы CliWare осуществляется архивация судовой метеорологической информации из кодов телеграмм «**SHIP**». Ежемесячный объем массива судовой информации составляет 18–27 МБ.

Океанографические данные – это один из видов оперативных данных, поступающих по каналам ГСТ с отечественных и зарубежных судов, береговых станций, дрейфующих и заякоренных буев со всей акватории Мирового океана. Эти данные являются естественным продолжением архива BATES и составляют более 200 МБ ежемесячно.

Обобщенные за месяц данные приземных метеорологических наблюдений со станций, расположенных на суше (международный код FM 71-X CLIMAT), представлены архивом CLIMAT, ежемесячный объем которого составляет более 200 Кб с российских станций и 500 Кб с зарубежных станций.

В настоящее время разрабатывается комплекс программ по архивированию и мониторингу **аэрологической** информации. Предполагаемый объем информации – 130 МБ ежемесячно.

На основании информации CLIMAT, поступающей по каналам связи, выпускаются ежемесячно бюллетени (**БТР**) температурного режима по федеральным округам и экономическим районам. По окончании квартала выпускаются квартальные бюллетени. Температурный режим представлен средними значениями температуры воздуха и их отклонениями от нормы.

Обслуживание потребителей метеорологической информацией по сетям Интернет

Обслуживание метеорологической информацией может осуществляться через сервисы системы CliWare с использованием интернет-технологий типа ЗАПРОС-ОТВЕТ. Примером такого обслуживания может служить взаимодействие с Центром инфраструктурных проектов (ЦИП), когда синоптические данные запрашиваются из БД системы CliWare по расписанию. Результат выдается потребителю в формате FM-кода.

ZCZC

SMRS10 RUMS 081236

AAXX 08121

26898 //212 82201 10143 20135 39886 40142 58008 75154 886//=
26997 //441 82002 10145 20138 39941 40151 58005 72054 886//=
27595 //598 82303 10067 20036 30015 40161 57001 70262 885//=
27612 //597 62601 10161 20103 39907 40090 58003 85576=
27703 //295 81802 10134 20130 30879 40117 57008 75152 886//=
27707 //435 82003 10142 20138 39836 40117 58011 72052 887//=
27719 //396 82104 10132 20123 39897 40138 58005 71065 886//=
27786 //597 82209 10089 20034 30023 40180 56011 72582 8635//=
27906 //350 81805 10136 20115 39918 40151 58009 71052 886//=
27928 //497 72103 10124 20094 39973 40174 58002 875//=
27947 //597 72005 10122 20040 30036 40191 58005 70282 87300=
27962 //697 82309 10110 20027 39984 40200 56003 70282 8657//=
27983 //497 82004 10101 20009 30086 40212 57012 76162 886//=
28506 //597 82004 10100 21030 30059 40170 57020 8555//=
28711 //798 82108 10085 21012 39834 40202 57019 8555//=
28807 //697 82205 10103 20011 30177 40228 57010 78082 8397//=

.....

34336 //998 22004 10185 20011 30125 40224 57014 80002=
34391 //997 22303 10155 21012 30244 40274 57012 80001=
35121 //998 62504 10105 20004 30123 40267 57006 80009=

NNNN

Формирование различных документов, включая бюллетени погоды и пожароопасности

На основе оперативных данных можно решать задачи регионального уровня по обеспечению различных управленческих структур сведениями о погоде. Так, в Ярославском ЦГМС функционирует ежесуточное формирование бюллетеней погоды и в

теплое время года бюллетеней о пожароопасности. Причем могут быть выданы не только текущее состояние погоды по всем городам Ярославской области, но и климатические характеристики за текущие сутки по городу Ярославлю за многолетний период наблюдения. Кроме текущего состояния погоды выдаются прогнозы погоды на 2–3 дня вперед по городу и области, обзоры особо опасных явлений и агрометеорологических условий, прогноз по пожароопасности на 2–3 дня вперед.

Расчеты суточных, декадных и месячных климатических характеристик на основе оперативной информации по запросам

На основе оперативной информации разработан комплекс программ по расчету суточных, декадных и месячных климатических характеристик. Все нижеперечисленные обобщения проводятся на основе срочных данных:

- суточные выводы – это обобщение по восьми срокам по всем метеорологическим параметрам, наличие атмосферных явлений за сутки, продолжительность атмосферных явлений за сутки, температура почвы;
- декадные выводы – это обобщение по восьми срокам по всем метеорологическим параметрам за декаду;
- месячные выводы – это обобщение по восьми срокам по всем метеорологическим параметрам за месяц.

Климатические характеристики рассчитываются как многолетние экстремальные характеристики по суточным, декадным, месячным обобщениям.

Формирование картографической продукции в международных стандартах

Для графического отображения метеорологической информации в системе CliWare разработан комплекс программных средств создания слоев ГИС и их отображения на Web-браузере пользователя. Комплекс программных средств создания слоев ГИС реализован как Web-приложение, выполняется на стороне сервера, генерирует прозрачные растровые изображения изолиний и точек распределения метеорологических данных.

Для отображения физических карт на Web-сервере был установлен сервлет deegree.wms свободно распространяемого программного продукта Deegree.

При формировании запросов были использованы стандарты интерфейса Web Map Server (WMS), разработанные Open GIS Consortium, Inc. (OGC) [4].

Защищенный доступ к информации

Разделение уровней доступа обеспечивается средствами базы данных путем создания различных View-представлений для различных пользователей базы данных и запрета доступа к некоторым таблицам для пользователей различного уровня. Минимальное количество пользователей – три, это:

- администратор системы, под схемой которого создаются все системные таблицы;
- менеджер данных, под схемой которого создаются таблицы с гидрометеорологической информацией и которому позволена модификация таблиц с гидрометеорологической информацией;
- системный оператор, которому обеспечен доступ ко всей информации.

Дополнительные пользователи необходимы при условии разграничения полномочий пользователей на доступ к гидрометеорологической информации. Дополнительный уровень доступа к информации системы всегда можно создать, зарегистрировав нового пользователя в системе управления базой данных, создав новые View-представления в соответствующей схеме (менеджера данных или системного оператора), обеспечив доступ к этим View-представлениям и другим требуемым таблицам нового пользователя базы данных и создав необходимые синонимы для View-представлений и таблиц. При этом обеспечивается селективный доступ пользователей к гидрометеорологическим данным.

Список литературы

1. Manual on Codes. International Codes. VOLUME I.1 Part A – Alphanumeric Codes. WMO-N. 306. Secretariat of the World Meteorological Organization. Geneva. Switzerland. 1995.
2. Manual on Codes. International Codes. Volume II Regional Codes and National Coding Practices. WMO-N 306.
3. Веселов В.М. Язык описания гидрометеорологических данных для IBM PC совместимых ПЭВМ //Труды ВНИИГМИ-МЦД. 1996. Вып. 160.
4. Open GIS Consortium, Inc. Available from: <<http://www.opengeospatial.org/>>.

ФОРМАТ АРХИВАЦИИ ТЕКУЩИХ АЭРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ, ПОСТУПАЮЩИХ ПО КАНАЛАМ СВЯЗИ ДЛЯ ПЭВМ

Введение

Данные о свободной атмосфере (температурно-ветрового и ветрового зондирования атмосферы) [1] по глобальной сети станций, собираемые во ВНИИГМИ-МЦД в оперативном режиме по каналам связи согласно международным кодовым формам Всемирной метеорологической организации (ВМО) FM 35 TEMP (KH-04), FM 36 TEMP SHIP, FM 32 PILOT (KH-03), FM 33 PILOT SHIP [2–11], хранятся в Госфонде в формате массива текущей аэрологической информации АЭРОСТАВ. Массив АЭРОСТАВ создается в двоичном формате, является базовым, пополняемым, содержит данные за период 1978–2010 гг. по глобальной сети станций (около 900) [12]. Формат массива был разработан в 1982 году. В связи с тем, что в международные аэрологические коды FM были внесены изменения и еще планируется включение в аэрологические сообщения дополнительной информации по метаданным для станций Росгидромета, возникла задача разработки нового формата хранения данных аэрологических наблюдений, поступающих по каналам связи. Структура записи нового формата разработана с учетом усвоения подробных данных радиозондирования с высоким вертикальным разрешением [13] и по составу и структуре отличается от формата АЭРОСТАВ. Проект нового формата создан в символьном виде, соответствует требованиям формата Языка описания гидрометеорологических данных (ЯОГМД), принятом во ВНИИГМИ-МЦД для архивации гидрометданных [14]. Новый формат разработан в отделе аэрологии ГУ «ВНИИГМИ-МЦД» и рекомендуется для создания массива аэрологических наблюдений, поступающих по каналам связи, для долговременного хранения.

Отличия нового формата

- Изменена призначная часть записи.
- Включены сведения о радиационной поправке, системе зондирования, методе слежения, действительном времени выпуска

радиозонда в часах и минутах, температуре поверхности моря (данные группы 31313 раздела 7 кодов FM 35 TEMP (КН-04), FM 36 TEMP SHIP).

- Включен минимально необходимый набор дополнительных метаданных со станций Росгидромета, которые планируются к включению в коды FM. Это данные групп 61616 и 62 626 раздела 10 (Изменение № 6 к «Коду для передачи данных температурно-ветрового зондирования атмосферы (КН-04)»), и раздела 6 (Изменение № 1 к «Коду для передачи данных ветрового зондирования атмосферы (КН-03)») [11]. Элементы дополнительных метаданных содержат сведения о причине преждевременного прекращения выпуска, системе зондирования/виде радиозонда, не включенных в международную кодовую таблицу (к.т.) 3685, о типе используемой оболочки, типе источников питания, подъемной силе, качестве сопровождения радиозонда и качестве телеметрических данных. Сведения о времени и координатах последнего уровня, результатах предполетной проверки, информации о версии программного обеспечения автоматической обработки и результатах автоматического контроля качества данных передаются только для станций, использующих ПЭВМ для обработки данных радиозондирования. Всего 21 дополнительный элемент метаданных (см. табл. 1).

- Формат символьного вида.
- Возможность усвоения подробных данных радиозондирования с высоким вертикальным разрешением.

Структура записи

Аэрологическое наблюдение представляет данные, полученные в результате выпуска одного радиозонда (радиопилота). Для хранения данных аэрологических наблюдений в описываемом формате предлагается один вид записи переменной длины, содержащий данные одного наблюдения и представляющий собой последовательность ASCII-символов [14], заканчивающийся символами конца строки и перевода каретки. Состав и описание элементов записи приведены в табл. 1–2. Условно структура записи состоит из двух частей: постоянной и переменной. Постоянная часть записи состоит из призначной и информационной частей. Длина постоянной части записи – 122 байт. Длина переменной части определяется количеством уровней наблюдения. В начале записи указывается ее длина в байтах с учетом служебных символов конца строки и перевода каретки.

Состав призначной части записи

- Длина записи
- Синоптический индекс станции или радиопозывные судна
- Год
- Месяц
- День
- Срок наблюдения по ВСВ, часы
- Действительное время выпуска радиозонда по ВСВ, часы

и минуты

- Широта со знаком
- Долгота со знаком
- Номер квадрата Марсдена
- Квадрант земного шара
- Цифра единиц градусов широты
- Цифра единиц градусов долготы
- Индекс источника данных (вид наблюдения)
- Счетчик поверхностей

Состав информационной части постоянной части записи

Информационная часть постоянной части записи содержит высоту станции над уровнем моря, температуру поверхностного слоя воды (для судовой станции), данные облачности; сведения о типе оборудования, радиационной поправке, используемом радиозонде/системе зондирования, методе слежения/состоянии системы и элементы дополнительных метаданных со станций Росгидромета, которые планируются к включению в коды.

Таблица 1

Описание состава и структуры постоянной части записи

№	Элемент	Условное название (мнемокод)	Описание элемента (в описании элементов приведены спецификации символических букв кодовой формы TEMP, TEMP SHIP)
1	Длина записи	ДЛЗАП	Пятизначное целое число. Фактическая длина каждой записи
2	Синоптический индекс станции или радиопозывные судна	СТАНЦИЯ	Для наземных станций 7 символов (цифры), причем первые два символа – нули, следующие 5 символов – пятизначный синоптический индекс станции. Для судов – буквы или сочетание букв и цифр (3 и более символов)

№	Элемент	Условное название (мнемокод)	Описание элемента (в описании элементов приведены спецификации символических букв кодовой формы TEMP, TEMP SHIP)
3	Год	ГОД	Четырехзначное целое число, год
4	Месяц	МЕСЯЦ	Двухзначное целое число, порядковый номер месяца в году в пределах от 01 до 12
5	День	ДЕНЬ	Двухзначное целое число, порядковый номер дня в месяце в пределах от 01 до 31 по ВСВ (Всемирное скоординированное время)
6	Срок наблюдения по ВСВ, часы	СРОК	Двухзначное целое число. Цифры: от 00 до 23. Фактическое время наблюдений по ВСВ, округленное до целого часа. Стандартные международные сроки аэрологических наблюдений – 00, 06, 12, 18 час ВСВ
7	Действительное время выпуска радиозонда по ВСВ, часы и минуты	ВРЕМЯ	Четырехзначное целое число. Первые две цифры – часы, вторые две цифры – минуты
8	Широта со знаком	ШИРОТА	Пятизначное целое число. Географическая широта месторасположения станции со знаком (градусы и сотые доли градуса). Знак плюс – северная широта. Знак минус – южная широта. Хранимое значение увеличено в 100 раз
9	Долгота со знаком	ДОЛГОТА	Шестизначное целое число. Географическая долгота месторасположения станции со знаком (градусы и сотые доли градуса). Знак плюс – восточная долгота. Знак минус – западная долгота. Хранимое значение увеличено в 100 раз
10	Номер квадрата Марсдена	КВАДРМСД	Трехзначное целое число. К.т. 2590 [5]
11	Квадрант земного шара	КВАДРАНТ	Однозначное целое число. Цифры кода 1, 7, 3, 5. К.т. 3333 [5]

№	Элемент	Условное название (мнемокод)	Описание элемента (в описании элементов приведены спецификации символических букв кодовой формы TEMP, TEMP SHIP)
12	Цифра единиц градусов широты	ЕДШИРОТ	Однозначное целое число. Единицы градусов широты. Цифры: 0, 1,..., 9
13	Цифра единиц градусов долготы	ЕДДОЛГОТ	Однозначное целое число. Единицы градусов долготы. Цифры: 0, 1,..., 9
14	Индекс источника данных (вид наблюдения)	ИНДИСД	Двухзначное целое число. 11 – радиозондовые наблюдения, 12 – радиопилотные наблюдения
15	Счетчик поверхностей	СЧЕТПОВ	Четырехзначное целое число. Указывает количество уровней в подъеме радиозонда или радиопилота
16	Конец строки	EOS	Коды перевод строки и возврат каретки
17	Высота станции над уровнем моря	ВЫСОТАСТ	Пятизначное целое число. Высота нуля барометра над уровнем моря в метрах. Минус – ниже уровня моря, плюс – выше уровня моря
18	Тип оборудования	ТИПОБОР	Однозначное целое число (спецификация a₄). Цифры кода. К.т. 0265 [5]
19	Радиационная поправка	РАДП	Однозначное целое число (спецификация Sr). Цифры кода. Цифры: 0,...,7. К.т. 3849 [5]
20	Радиозонд/система зондирования	КОДПРИБ	Трехзначное целое число (спецификация rara). Цифры кода. К.т. 3685 [6], Изм. № 5 ЦАО [10]
21	Метод слежения/состояние системы	МЕТОД	Трехзначное целое число (спецификация SaSa). Цифры кода. К.т. 3872 [6]
22	Температура поверхностного слоя воды (для судовой станции)	ТЕМПОВ	Пятизначное целое число. Градусы Цельсия с точностью до 0,01. Хранимое значение увеличено в 100 раз
23	Характеристика качества	Q	Однозначное целое число. Признак качества температуры поверхностного слоя воды

№	Элемент	Условное название (мнемокод)	Описание элемента <i>(в описании элементов приведены спецификации символических букв кодовой формы TEMP, TEMP SHIP)</i>
24	Причина преждевременного прекращения выпуска	ПРИЧИНА	Трехзначное целое число в цифрах кода (спецификация $T_A T_A$). В случае преждевременного прекращения выпуска для радиозонда: к.т. 2 (Изм. № 6), для радиопилота: к.т. 4 (Изм. № 1) [11]. В к.т. 2 и 4 (две цифры): первая из двух цифр в коде причины отказов соответствует номеру группы отказов. Классификация причин преждевременного прекращения выпуска по группам: Недопустимая вертикальная скорость подъема: 00 – зависание оболочки, течь 01 – скорость подъема выше допустимой 02 – скорость подъема ниже допустимой 03 – скорость подъема ниже допустимой из-за тяжелых метеоусловий Отказы радиозонда: 10 – уход несущей частоты 11 – исчезновение сигнала СВЧ 12 – постепенное ослабление и исчезновение сигнала СВЧ 14 – отказ телеметрического канала 15 – разброс метеопараметров 16 – отказ батареи 19 – другие отказы Отказы станции слежения: 20 – потеря радиозонда 21 – срыв сопровождения по дальности 22 – срыв сопровождения по углам 23 – недостаточная чувствительность для приема телеметрического сигнала

№	Элемент	Условное название (мнемокод)	Описание элемента <i>(в описании элементов приведены спецификации символических букв кодовой формы TEMP, TEMP SHIP)</i>
			24– отказ подсистемы сопряжения с ПЭВМ 25– предельное удаление радиозонда 29– другие отказы станции слежения Недостовверные данные: 30–недостовверные данные давления/высоты 31–недостовверные данные температуры 32–недостовверные данные ветра для радиозонда 33– недостовверные данные ветра для радиопилота 39 – пропуски/отсутствие данных, недостовверные данные по неустановленной причине. Отказы подсистемы вторичной обработки: 40 – отказ ПЭВМ 41– отказ системного ПО 42– отказ ПО обработки 49 – другие отказы подсистемы вторичной обработки. Другие отказы: 50 – радиопомехи 51– энергоснабжение АЭ 52– неблагоприятные метеоусловия, другие внешние факторы 53 – субъективные факторы (ошибка наблюдателя) 59 – другие отказы, не перечисленные выше (причина прекращения выпуска не может быть установлена) 99 – в случае разрыва оболочки и падения радиозонда. (В коде для T_AT_A не предусмотрено отсутствие данных, т. е. либо эти данные имеют место, либо эти группы в телеграмме отсутствуют)

№	Элемент	Условное название (мнемокод)	Описание элемента (в описании элементов приведены спецификации символических букв кодовой формы TEMP, TEMP SHIP)
25	Система зондирования/ вид радиозонда, не включенные в к.т. 3685	КОДПРИБД	Однозначное целое число в цифрах кода (спецификация S_R). Для радиозонда: к.т. 3 . (Изм. № 6) [11]. 9 – данные передаются в разделе 7 по к. т. 3685 1 – РЛС АВК-1 (АВК–1М) с АРМ аэролога – радиозонд МРЗ–3А* (ФГУП «Гидрометпоставка») 2 – РЛС АВК-1 (АВК–1М) с АРМ аэролога – радиозонд РЗМ-2 (ОАО «УПП «ВЕКТОР» 3 – Радиозонд АК-2 (ФГУП « Гидрометпоставка»)
26	Тип оболочки	ТИПОБОЛ	Однозначное целое число в цифрах кода (спецификация S_R). Для радиозонда – к.т. 5 (Изм. № 6), для радиопилота – к. т. 6 (Изм. № 1) [11]. 1 – № 100 ЗАО «Кварт» 2 – № 150 ЗАО «Кварт» 3 – 400 г, МЕТЕОСКУ, КНР 4 – 500 г, МЕТЕОСКУ, КНР 9 – неизвестный тип
27	Тип источников питания	ТИПБАТАР	Однозначное целое число в цифрах кода (спецификация S_P). Для радиозонда – к.т. 4 (Изм. № 6), для радиопилота – к.т. 5 (Изм. № 1) [11]. 1 – водоналивная батарея 28 МХМ 0,1 2 – водоналивная батарея РЗБ 1 3 – водоналивная батарея 36 МХС 0,2 4 – щелочные батареи 9 – неизвестный тип
28	Подъемная сила	ПОДСИЛА	Двухзначное целое число (спецификация $F_L F_L$). Подъемная сила в сотнях грамм. В случае отсутствия автозахвата радиозонда по координатам к цифре тысяч грамм прибавляется 5 [11].

№	Элемент	Условное название (мнемокод)	Описание элемента (в описании элементов приведены спецификации символических букв кодовой формы TEMP, TEMP SHIP)
29	Качество сопровождения по дальности	КАЧДАЛЬН	Однозначное целое число в цифрах кода (спецификация q_R). Для радиозонда – к.т. 6 (Изм. № 6), для радиопилота – к. т. 7 (Изм. № 1). 0 – нормальное, 1 – удовлетворительное (незначительные срывы, уход или разброс), 2 – плохое (продолжительные срывы, уход и разброс), 3 – неудовлетворительное. В случае наличия радиопомех к кодовой цифре прибавлено 5 [11]
30	Качество сопровождения по углам	КАЧУГЛ	Однозначное целое число в цифрах кода (спецификация q_A). Для радиозонда – к.т. 7 (Изм. № 6), для радиопилота – к.т. 8 (Изм. № 1) [11]. Кодовые цифры как для элемента ‘Качество сопровождения по дальности’
31	Качество телеметрических данных	КАЧТЕЛЕМ	Однозначное целое число в цифрах кода (спецификация q_T). Для радиозонда – к.т. 8 (Изм. № 6). Кодовые цифры как для элемента ‘Качество сопровождения по дальности’ В случае отказа в полете датчика влажности к кодовой цифре из табл. 8 прибавляется 5 [11]
32	Время достижения последнего уровня	ВРЕМЯПОС	Трехзначное целое число в минутах /2. Спецификация кода $T_L T_L$ [11]. В случае, если выпуск продолжается более 198 минут, кодируется 198. (В коде для $T_L T_L$ не предусмотрено отсутствие данных, т. е. либо эти данные имеют место, либо эти группы в телеграмме отсутствуют)

№	Элемент	Условное название (мнемокод)	Описание элемента (в описании элементов приведены спецификации символических букв кодовой формы TEMP, TEMP SHIP)
33	Геопотенциал последнего уровня	ВЫСПОС	Пятизначное целое число. Высота уровня в гп. метрах. Спецификация кода $H_L H_L H_L$ [11]
34	Наклонная дальность последнего уровня	ДАЛНОСТ	Двухзначное целое число. Наклонная дальность в километрах /4. Спецификация кода $A_L A_L$ [11]
35	Азимут последнего уровня	АЗИМУТ	Двухзначное целое число. Азимут в градусах /4. Спецификация кода $E_L E_L$ [11]
36	Признак наличия ручного корректирования и/или ручного редактирования результатов	КОРРЕКТ	Двухзначное целое число в цифрах кода (спецификация F_E). К.т. 9 [11]. Сведения об участии оператора программного обеспечения в процессе обработки. 0 – результаты автоматической обработки редактировались вручную, 1 – результаты автоматической обработки корректировались вручную, 2 – результаты автоматической обработки корректировались и редактировались вручную, 9 – результаты автоматической обработки не корректировались и не редактировались
37	Отклонение показаний датчика температуры от контрольных значений	ОТКТЕМП	Однозначное целое число в цифрах кода (спецификация T_B). К.т. 10 [11]. Отклонение показаний датчика температуры радиозонда при предполетной проверке. 0 – от 0 до 0,5 °C, 1 – от 0 до –0,5 °C, 2 – от 0,5 до 1 °C, 3 – от –0,5 до –1 °C, 4 – от 1 до 1,5 °C, 5 – от –1 до –1,5 °C, 6 – более 1,5 °C, 7 – менее –1,5 °C

№	Элемент	Условное название (мнемокод)	Описание элемента (в описании элементов приведены спецификации символических букв кодовой формы TEMP, TEMP SHIP)
38	Отклонение показаний датчика влажности от контрольных значений	ОТКВЛАЗ	Однозначное целое число в цифрах кода (спецификация U_B). К.т. 11 [11]. Отклонение показаний датчика влажности радиозонда при предполетной проверке. 0 – от 0 до 5 %, 1 – от 0 до –5 %, 2 – от 5 до 10%, 3 – от –5 до –10%, 4 – от 10 до 15%, 5 – от –10 до –15%
39	Порядковый номер версии программного обеспечения	ВЕРСИЯ	Трехзначное целое число. Спецификация кода $S_V S_V S_V$. 000 – для самой младшей версии [11]
40	Доля пропусков недопустимых / недостоверных данных по координатам	КОНТКООР	Однозначное целое число в десятках процентов [11]. Спецификация кода E_C
41	Доля пропусков недопустимых/недостоверных данных по температуре	КОНТТЕМП	Однозначное целое число в десятках процентов[11]. Спецификация кода E_T
42	Доля пропусков / недопустимых/недостоверных данных по влажности	КОНТВЛАЗ	Однозначное целое число в десятках процентов[11]. Спецификация кода E_U
43	Доля пропусков недопустимых/недостоверных данных по высоте (давлению)	КОНТВЫС	Однозначное целое число в десятках процентов[11]. Спецификация кода E_H

№	Элемент	Условное название (мнемокод)	Описание элемента (в описании элементов приведены спецификации символических букв кодовой формы TEMP, TEMP SHIP)
44	Доля пропусков недопустимых/недостовверных данных по ветру	КОНТВЕТ	Однозначное целое число в десятках процентов[11]. Спецификация кода E_w
45	Количество облаков	ОБЛНКОЛВ	Двухзначное целое число в цифрах кода (спецификация Nh). Количество облаков нижнего (C_L) или среднего яруса (C_M), если облаков C_L нет. К.т. 2700 [5]. 99 – облачный покров не виден по причинам, отличным от тумана или других метеорологических явлений, или наблюдение не проводится
46	Характеристика качества	Q	Однозначное целое число в цифрах кода. Признак качества количества облаков
47	Характеристика облаков нижнего яруса (C_L)	ОБЛНФОР	Двухзначное целое число в цифрах кода (спецификация C_L). Облака вертикального развития и облака нижнего яруса (кроме слоисто-дождевых). К.т. 0513 [5]. 99 – Облака нижнего яруса (C_L) не видны из-за темноты, тумана и других явлений, затрудняющих определение облачности
48	Характеристика качества	Q	Однозначное целое число в цифрах кода. Признак качества облаков нижнего яруса (C_L)
49	Высота нижней границы облаков	ОБЛВЫСЗ	Двухзначное целое число в цифрах кода (спецификация h). Высота нижней границы самых низких облаков. К. т. 1600 [5]. 99 – Высота облачности не известна либо станция (горная) находится в облаках

№	Элемент	Условное название (мнемокод)	Описание элемента (в описании элементов приведены спецификации символических букв кодовой формы TEMP, TEMP SHIP)
50	Характеристика качества	Q	Однозначное целое число в цифрах кода. Признак качества высоты нижней границы облаков
51	Характеристика облаков среднего яруса (C_M)	ОБЛСФОР	Двухзначное целое число в цифрах кода (спецификация C_M). Облака среднего яруса и слоисто-дождевые облака (нижний ярус). К.т. 0515 [5]. 99 – Облака C_M не видны из-за сплошного слоя нижних облаков или по причине темноты, тумана и других явлений, затрудняющих определение облачности
52	Характеристика качества	Q	Однозначное целое число в цифрах кода. Признак качества облаков среднего яруса
53	Характеристика облаков верхнего яруса (C_H)	ОБЛВФОР	Двухзначное целое число в цифрах кода (спецификация C_H). Облака верхнего яруса. К.т. 0509 [5]. 99 – перистые облака не видны
54	Характеристика качества	Q	Однозначное целое число в цифрах кода. Признак качества облаков верхнего яруса
55	Конец строки	EOS	Коды перевод строки и возврат каретки

Состав переменной части записи

Переменная часть записи содержит собственно данные наблюдения радиозонда (радиопилота) на уровнях:

- на уровне земли;
- на стандартных изобарических поверхностях (уровни: 1000; 925; 850; 700; 500; 400; 300; 250; 200; 150; 100; 70; 50; 30; 20; 10 гПа);
- на уровнях тропопаузы;
- на уровнях особых точек по температуре и влажности;

- на уровнях особых точек по ветру;
- на уровнях максимального ветра.

Уровни зондирования (кроме уровня максимального ветра) содержат основные элементы наблюдений: ‘давление воздуха’, ‘геопотенциал уровня’ (высоту уровня), ‘температуру воздуха’, ‘дефицит точки росы’, ‘направление ветра’, ‘скалярную скорость ветра’. Уровни максимального ветра, в отличие от других уровней, вместо элементов ‘температура воздуха’ и ‘дефицит точки росы’, могут содержать данные вертикальных сдвигов ветра в слоях, расположенных между уровнем максимума ветра и уровнями на 1 км ниже и выше него. Основные элементы уровня наблюдения сопровождаются характеристикой качества (табл. 4). Для каждого уровня зондирования указывается его тип в виде кода (кодируется по табл. 3). Уровни зондирования имеют постоянную длину (39 байт) и в записи расположены в порядке убывания значений элемента ‘давление’ независимо от типа уровня. Наличие количества уровней в записи определяется значением элемента ‘счетчик поверхностей’. Описание состава и структуры одного уровня наблюдения приведено в табл. 2.

Таблица 2

Описание состава и структуры
одного уровня наблюдения переменной части записи

№	Элемент	Условное название (мнемокод)	Описание элемента
1	Код уровня	КОД	Двухзначное целое число в цифрах кода. Характеризует тип данных на уровне. Кодировается по табл. 3
2	Давление воздуха	ДАВЛАТМЗ	Шестизначное целое число. Давление воздуха в гПа с точностью до 0,01. Хранимое значение увеличено в 100 раз
3	Характеристика качества	Q	Однозначное целое число в цифрах кода. Характеристика качества давления воздуха
4	Геопотенциал уровня	ВЫСОУРОЗ	Пятизначное целое число. Высота уровня (геопотенциал) в геопотенциальных метрах

№	Элемент	Условное название (мнемокод)	Описание элемента
5	Характеристика качества	Q	Однозначное целое число в цифрах кода. Признак качества геопотенциала уровня
6	Температура воздуха Для уровня максимального ветра: абсолютный сдвиг ветра в нижележащем слое в 1 км	ТЕМВОЗДЗ СДВЕТРН	Пятизначное целое число. Температура воздуха со знаком в градусах Цельсия с точностью до 0,01. Хранимое значение температуры увеличено в 100 раз. Для уровня максимального ветра: вертикальный сдвиг ветра (абсолютное значение векторной разности ветра) в нижележащем слое в 1 км в м/с с точностью до 0,01. Хранимое значение сдвига ветра увеличено в 100 раз
7	Характеристика качества	Q	Однозначное целое число в цифрах кода. Признак качества температуры. Для уровня максимального ветра: признак качества сдвига ветра
8	Дефицит точки росы Для уровня максимального ветра: абсолютный сдвиг ветра в вышележащем слое в 1 км	ДЕФТЧРОЗ СДВЕТРВ	Пятизначное целое число. Дефицит точки росы в градусах Цельсия с точностью до 0,01. Хранимое значение дефицита точки росы увеличено в 100 раз. Для уровня максимального ветра: вертикальный сдвиг ветра (абсолютное значение векторной разности ветра) в вышележащем слое в 1 км в м/с с точностью до 0,01. Хранимое значение сдвига ветра увеличено в 100 раз

№	Элемент	Условное название (мнемокод)	Описание элемента
9	Характеристика качества	Q	Однозначное целое число в цифрах кода. Признак качества дефицита точки росы. Для уровня максимального ветра: признак качества сдвига ветра
10	Направление ветра	ВЕТНАПРЗ	Четырехзначное целое число. Направление ветра в градусах. Направление ветра (откуда дует), округленное до ближайших 5 или 10 градусов. При штиле – 0000, при ветре переменного направления – 99. На полярных станциях, расположенных в пределах 1 градуса от Северного полюса, направление ветра кодируется по к. т. 0878 [5]
11	Характеристика качества	Q	Однозначное целое число в цифрах кода. Признак качества направления ветра
12	Скалярная скорость ветра	ВЕТСКОРЗ	Четырехзначное целое число. Скалярная скорость ветра в м/с с точностью до 0,1. При штиле скорость ветра – 0000. Хранимое значение увеличено в 10 раз
13	Характеристика качества	Q	Однозначное целое число в цифрах кода. Признак качества скалярной скорости ветра
14	Конец строки	EOS	Коды перевод строки и возврат каретки

Таблица 3

Кодирование типов уровней аэрологических данных

Код	Характеристика уровня
01	приземный уровень, но не стандартный (по давлению или высоте)
02	уровень особых точек по температуре и влажности, но не стандартный
03	уровень тропопаузы, но не стандартный уровень (по давлению или высоте)
04	уровень особых точек по ветру, но не стандартный
05	уровень максимального ветра
09	стандартный уровень по высоте (для радиопилотов)
10	стандартный уровень (только по давлению или высоте)
11	уровень поверхности земли и стандартный уровень (по давлению или высоте)
12	уровень особых точек по температуре или влажности и стандартный уровень (по давлению или высоте)
13	уровень тропопаузы и стандартный уровень (по давлению или высоте)
14	уровень особых точек по ветру и стандартный уровень (по давлению или высоте)

Таблица 4

Признаки контроля качества элементов

Код	Значение признака контроля качества
0	Значение не контролировалось
1	Правильное значение
2	Сомнительное значение
3	Значение ошибочно
4	Исправленное при контроле значение (вместо ошибочного)
5	Восстановленное при контроле значение (вместо отсутствующего)
9	Признак отсутствия значения

Структура хранения данных и константы отсутствия

Для всех элементов записи, кроме элементов ‘Синоптический индекс станции или радиопозывные судна’ и ‘Конец строки’ выбран формат хранения FA(w) – символьный формат для представления целых чисел в коде ASCII. Для элемента ‘Синоптический индекс станции или радиопозывные судна’ выбран формат хранения AA(w) – символьный формат для представления текстовой

информации в коде ASCII. Для элемента 'Конец строки' выбран формат хранения BI(w). В случае отсутствия значения элемента, хранимого в формате FA(w), в соответствии с требованиями ЯОД СУД АИСОРИ во всех позициях соответствующего поля и признака качества записывается цифра 9 [14]. ЯОД-описание формата аэрологических данных для ПЭВМ приведено в табл. 5.

Размещение записей на технических носителях

Для каждого календарного месяца каждого года создается два файла данных: файл данных по глобальной сети наземных станций и файл данных по всем судам. Оба файла имеют идентичную структуру записей.

Каждый из файлов представляет собой последовательность записей переменной длины, упорядоченных по синоптическим индексам для наземных станций или радиопозывным для судовых станций, для каждого индекса станции (позывного) – по видам наблюдений (радиозонды/радиопилоты), для каждого вида наблюдений – по дням месяца, для каждого дня месяца – по срокам, для каждого срока (наблюдения), который является записью, – по уровням. Уровни расположены в порядке убывания значений давления.

Заключение

Проект нового формата архивации текущих аэрологических данных, поступающих с каналов связи, разработан с учетом последних изменений, внесенных и планируемых к включению в аэрологические кодовые формы ВМО FM 35 TEMP (KH-04), FM 36 TEMP SHIP, FM 32 PILOT (KH-03), FM 33 PILOT SHIP. Структура формата позволяет усвоение подробных данных радиозондирования с высоким вертикальным разрешением. Формат разработан для архивации аэрологических данных по новой технологии в системе CliWare, замены действующего двоичного формата АЭРОСТАВ и продолжения пополнения Госфонда массивом текущих аэрологических данных в новом формате. Следует отметить, что переход сети ГСТ на таблично-ориентированные коды BUFR и CREX, возможно, с минимальными изменениями повлечет за собой необходимость переработки и адаптации формата к новым кодовым формам.

Таблица 5
ЯОД-описание символического формата данных аэрологических наблюдений для ПЭВМ

FAMILY	АЕРОСТАС	V(32000);	Описание семейства файлов аэрологических данных	
RECORD	НАБЛСРОК;		Начало записи	
LNG ДЛЗАП	FA (5)	PC (5);	Длина записи	
KEY (1,СПСТАНЦ)	СТАНЦИЯ	AA (7)	РА (7);	Синоптический индекс АЭ или радиопозывные судна
KEY (1)	ГОД	FA (4)	PC (4);	Год
KEY (1)	МЕСЯЦ	FA (2)	PC (2);	Месяц
KEY (1)	ДЕНЬ	FA (2)	PC (2);	День
KEY (1)	СРОК	FA (2)	PC (2);	Время наблюдения по ВСВ, округленное до целых час
MIT ВРЕМЯ		FA (4)	PC (4);	Время наблюдения по ВСВ, в час и мин.
KEY (U)	ШИРОТА	FA (5)	PC (7,2) D (2);	Широта
KEY (U)	ДОЛГОТА	FA (6)	PC (8,2) D (2);	Долгота
KEY (U)	КВАДРМСД	FA (3)	PC (3);	Номер квадрата Марсдена. К.т. 2590
KEY (U)	КВАДРАНТ	FA (1)	PC (1);	Квадрант. К.т. 3333
MIT ЕДШИРОТ	FA (1)	PC (1);		Единицы градусов широты
MIT ЕДДОЛГОТ	FA (1)	PC (1);		Единицы градусов долготы
KEY (U) ИНДИСД	FA (2)	PC (2);		11 – радиозонд, 12 – радиопилот
CNT СЧЕТПОВ	FA (4)	PC (4);		Счетчик поверхностей
MIT EOS	BI (2)	PC (4);		Коды перевод строки и возврат каретки

MIT	ВЫСОТАСТ	FA (5)	PC (5);	// Высота нуля барометра над уровнем моря, метры
MIT	ТИПОБОР	FA (1)	PC (1);	// Тип измерительного оборудования. К.т. 0265
MIT	РАДП	FA (1)	PC (1);	// Радиационная поправка. К.т. 3849
MIT	КОДПРИБ	FA (3)	PC (3);	// Радиозонд/ система зондирования. К.т. 3685
MIT	МЕТОД	FA (3)	PC (3);	// Метод слежения/ состояние системы. К.т. 3872
MIT	ТЕМПОВ	FA (5)	PC (7,2)	// Температура поверхностного слоя воды (для судовой станции), градус Цельсия
СНА	(ТЕМПОВ)Q	FA (1)	PC (1)	// Признак качества
GRE	НАЦДАН;			// Дополнительные метаданные для станций Ростгидро- мета
MIT	ПРИЧИНА	FA (3)	PC (3);	// Причина преждевременного прекращения выпуска
MIT	КОДПРИБД	FA (1)	PC (1);	// Система зонд./вид радиозонда, не вкл. в межд. к.т. 3685
MIT	ТИПОБОЛ	FA (1)	PC (1);	// Тип оболочки
MIT	ТИПБАТАР	FA (1)	PC (1);	// Тип источников питания
MIT	ПОДСИЛА	FA (2)	PC (2);	// Подъемная сила в сотнях грамм
MIT	КАЧДАЛЬН	FA (1)	PC (1);	// Качество сопровождения по дальности
MIT	КАЧУГЛ	FA (1)	PC (1);	// Качество сопровождения по углам
MIT	КАЧТЕЛЕМ	FA (1)	PC (1);	// Качество телеметрических данных
MIT	ВРЕМЯПОС	FA (3)	PC (3);	// Время достижения посл.уровня, минуты /2.198 -более 198 мин
MIT	ВЫСПОС	FA (5)	PC (5);	// Высота последнего уровня, геопотенциальных метрах
MIT	ДАЛЬНОСТ	FA (2)	PC (2);	// Наклонная дальность последнего уровня, в км / 4
MIT	АЗИМУТ	FA (2)	PC (2);	// Азимут последнего уровня, в градусах / 4

MIT	КОРРЕКТ	FA (2)	PC (2);	// Признак ручного корректирования и/или редактирования
MIT	ОТКТЕМП	FA (1)	PC (1);	// Отклонение датчика температуры от контрольных значений
MIT	ОТКВЛАЖ	FA (1)	PC (1);	// Отклонение датчика влажности от контрольных значений
MIT	ВЕРСИЯ	FA (3)	PC (3);	// Номер версии программногo обеспечения
MIT	КОНТКООР	FA (1)	PC (1);	// Доля пропусков по координатам
MIT	КОНТТЕМП	FA (1)	PC (1);	// Доля пропусков по температуре
MIT	КОНТВЛАЖ	FA (1)	PC (1);	// Доля пропусков по влажности
MIT	КОНТВЫС	FA (1)	PC (1);	// Доля пропусков по высоте (давлению)
MIT	КОНТВЕТ	FA (1)	PC (1);	// Доля пропусков по ветру
END	НАЦДАН;			
GRE	ОБЛАКА;			// Данные облачности в цифрах кода КН-01
MIT	ОБЛНКОЛВ	FA (2)	PC (2);	// Кол-во облаков Nh . К.т. 2700
СНА	(ОБЛНКОЛВ)Q	FA (1)	PC (1) NA;	// Признак качества
MIT	ОБЛНФОР	FA (2)	PC (2);	// Характеристика обл. нижнего яр. C_L . К.т. 0513
СНА	(ОБЛНФОР)Q	FA (1)	PC (1) NA;	// Признак качества
MIT	ОБЛВЫСЗ	FA (2)	PC (2);	// Высота нижней гр.обл. h над поверхностью земли.
				К.т. 1600
СНА	(ОБЛВЫСЗ)Q	FA (1)	PC (1) NA;	// Признак качества
MIT	ОБЛСФОР	FA (2)	PC (2);	// Характеристика обл.ср. яр. C_M . К.т. 0515
СНА	(ОБЛСФОР)Q	FA (1)	PC (1) NA;	// Признак качества
MIT	ОБЛВФОР	FA (2)	PC (2);	// Характеристика обл. верх. яр. C_H . К.т. 0509

СНА (ОБЛВФОР) Q	FA (1)	PC (1)	NA;	// Признак качества
END ОБЛАКА;				
MIT EOS	BI (2)		PC (4);	// Коды перевод строки и возврат каретки
GRV (СЧЕТПОВ) НАБЛПОВ;				// Группа поверхностей
IND (1000) i		PC (4);		// Индекс экземпляра группы
MIT КОД	FA (2)		PC (2);	// Код уровня
MIT ДАВЛАТМЗ	FA (6)		PC (8,2)	// Давление воздуха, гПа до 0,01
СНА (ДАВЛАТМЗ)	Q	FA (1)	PC (1)	// Признак качества
MIT ВЫСОУРОЗ	FA (5)	PC (5);		// Высота уровня (геопотенциал), гп. метрах
СНА (ВЫСОУРОЗ)	Q	FA (1)	PC (1)	// Признак качества
MIT ТЕМВОЗДЗ	FA (5)	PC (8,2)	D(2);	// Температура, град. Цельсия. Для макс. ветра – сдвиг ветра ниже
СНА (ТЕМВОЗДЗ)	Q	FA (1)	PC (1)	// Признак качества
MIT ДЕФТЧРОЗ	FA (5)	PC (7,2)	D (2);	// Дефицит точки росы, град. Цельсия. Для макс. ветра – сдвиг ветра выше
СНА (ДЕФТЧРОЗ)	Q	FA (1)	PC (1)	// Признак качества
MIT ВЕТНАПРЗ		FA (4)	PC (4);	// Направление ветра, градусы
СНА (ВЕТНАПРЗ)	Q	FA (1)	PC (1)	// Признак качества
MIT ВЕТКОРЗ	FA (4)	PC (5,1)	D (1);	// Скалярная скорость ветра, м/с до 0,1
СНА (ВЕТКОРЗ)	Q	FA (1)	PC (1)	// Признак качества
MIT EOS	BI (2)		PC (4);	// Коды перевод строки и возврат каретки
END НАБЛПОВ;				
END НАБЛСРОК;				

Список литературы

1. РД 52.11.650–2003. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 4. Аэрологические наблюдения на станциях. Часть III. Температурно-ветровое радиозондирование атмосферы. Гидрометеоиздат, 2003. 311с.
2. Сборник аэрологических кодов. Санкт-Петербург: Гидрометеоиздат, 1994. 80 с.
3. Наставление по кодам. Международные коды. Том I.1. Часть А – буквенно-цифровые коды. (Дополнение II к Техническому регламенту ВМО), ВМО – № 306, 1995.
4. Наставление по кодам. Международные коды. Том I.1. (Издание 1995 г.), ВМО – № 306. Дополнение № 2, март 2000.
5. Наставление по кодам. Международные коды. Том I.1.(Издание 1995 г.), ВМО – № 306. Дополнение № 3, август 2001.
6. Наставление по кодам. Международные коды. Том I.1.(Издание 1995 г.), ВМО – № 306. Дополнение № 6, август 2007.
7. Наставление по кодам. Региональные коды и национальная практика кодирования. Том II, ВМО – № 306, 1998.
8. Наставление по кодам. Региональные коды и национальная практика кодирования. Том II. (Издание 1998 г.), ВМО – № 306. Дополнение № 1, февраль 2002.
9. Наставление по кодам. Региональные коды и национальная практика кодирования. Том II. (Издание 1998 г.), ВМО – № 306. Дополнение № 2 , август 2005.
10. Изменение № 5 к «Коду для передачи данных температурно-ветрового зондирования атмосферы (КН–04)» [2]. Приложение к распоряжению Росгидромета от 22.01.2007 г. 1с.
11. Изменение № 6 к «Коду для передачи данных температурно-ветрового зондирования атмосферы (КН–04)» и Изменение №1 к «Коду для передачи данных ветрового зондирования атмосферы (КН–03)». 24 с. Материалы размещены на официальном сайте ЦАО.– <http://cao.ntcr.mipt.ru/monitor/stuff/code61616.doc>.
12. Архив текущей аэрологической информации «АЭРОСТАВ». Описание архива / Составители: О.А. Алдухов, В.А. Оржеховская, Т.О. Садовникова, Т.В. Руденкова. Обнинск, 1990. 25с.
13. Аннотированный отчет ЦАО о выполнении работ по теме 2.9.2 за 2008 г.
14. Веселов В.М. Язык описания гидрометеорологических данных для IBM PC совместимых ПЭВМ // Труды ВНИИГМИ-МЦД. 1996. Вып.160. С. 41–54.

ОПЫТ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ ПЕРСОНА (МИС, МИП И БЕРЕГ) В СРЕДЕ WINDOWS

Развитие техники не только облегчает жизнь, но часто ставит новые задачи. С уменьшением в сетевых организациях Росгидромета парка ПЭВМ, работающих под управлением DOS, стала весьма актуальной задача об адаптации программного обеспечения ПЕРСОНА МИС (первичной системы обработки, накопления и анализа метеорологической информации станций) к работе под управлением Windows.

Такая работа была начата в 2002 году в рамках НИР. При создании новой версии программ системы ПЕРСОНА МИС, работающей под управлением операционной системы Windows, было задумано не только учесть опыт построения таких систем, но избавиться от непродуманных конструктивных решений. В итоге споров, освоения новой среды программирования возник весьма стройный и простой в реализации каркас системы первичной обработки режимной информации. Особое внимание было уделено формированию такой архитектуры системы, чтобы она оказалась узнаваемой для пользователей старой системы, что сокращает сроки адаптации операторов, и чтобы новые ресурсы интерфейса пользователя и процедуры их обработки могли быть применены при программировании других систем.

Программный комплекс каждой системы состоит из независимых приложений: главного приложения, так называемого «рабочего стола», и ряда приложений, каждое из которых является программой соответствующего этапа обработки. Пользователь запускает «рабочий стол», выбирает в меню этап обработки информации. Приложение этапа запускается в качестве дочернего процесса «рабочим столом». Все необходимые для каждого этапа данные и дополнительные настройки готовит «рабочий стол» в диалоге с пользователем и пишет на диск в виде файла-заказа. Приложения-этапы лишены интерфейсов ввода и только сообщают о состоянии обработки. Такой подход позволил части программистов, занятых в разработке, целиком сконцентрироваться на

тщательной проработке алгоритмов расчетов, а создателям «рабочего стола» на рабочем месте, без посещения курсов освоить программирование в среде Windows.

Организационно технологии сбора, контроля, обработки и накопления текущей гидрометеорологической информации могут быть реализованы в нескольких вариантах: на станции, в ЦГМС, УГМС или региональных вычислительных центрах. Специфика выполняемых действий на каждом уровне обработки определяет перечень программного обеспечения, необходимого системе ПЕРСОНА в конкретном центре обработки.

Поскольку системы первичной обработки режимной информации состоят из одинаковых этапов обработки и последовательность этих этапов тоже совпадает, было легко составить главное меню, удовлетворяющее все три системы (обработка данных метеостанций, метеопостов и прибрежных станций и постов). Различия, причем внутри одной системы, начинают сказываться, как только начнем рассматривать конфигурацию установки конкретной системы в центре обработки. В частности, ПЕРСОНА МИС имеет четыре конфигурации:

- ВНИИГМИ – ввод данных в блочном коде или по форме книжек наблюдения, контроль внутристанционный, контроль пространственный, получение таблиц ежемесячника, ч. 1 и ч. 2 и ежегодника, формирование архива, в том числе станций международного обмена;

- УГМС – ввод данных в блочном коде или по форме книжек наблюдения, контроль внутристанционный, контроль пространственный, получение таблиц ежемесячника, ч. 2 и ежегодника, формирование архива;

- ЦГМС – ввод данных, контроль внутристанционный, получение таблиц ежемесячника, ч. 2 и ежегодника;

- АРМ метеоролога-наблюдателя – ввод данных по форме книжек наблюдения, контроль внутристанционный, получение таблиц ТМС, формирование телеграмм Декада, Климат и Синоптической.

ПЕРСОНА МИП имеет две конфигурации:

- УГМС – ввод данных по форме книжек наблюдения, контроль, получение таблиц ТМП, формирование архива;

- ЦГМС – ввод данных по форме книжек наблюдения, контроль, получение таблиц ТМП.

ПЕРСОНА БЕРЕГ имеет три конфигурации:

- ВНИИГМИ – ввод данных в блочном коде или по форме книжек наблюдения, контроль информации и паспортных данных, получение комплекта ТГМ и таблиц ежегодника, архивация данных;

- УГМС – ввод данных в блочном коде, контроль информации и паспортных данных, получение комплекта ТГМ и таблиц ежегодника, архивация данных;

- АРМ океанолога-наблюдателя – ввод данных по форме книжек наблюдения, контроль информации, получение таблиц ТГМ и ежегодника, формирование телеграмм МОРЕ.

Чтобы не множились приложения «рабочих столов» и некоторых приложений-этапов (в ПЕРСОНА МИС например, результирующий файл при наличии синтаксических ошибок не создается, а в АРМе наблюдателя при тех же ошибках записывается на диск) был введен файл настройки конфигурации PERSOKEY. Он содержит координатный (или кодовый) номер пункта наблюдения и признак конфигурации системы. По этому ключу «рабочий стол» загружает соответствующее меню, а приложение-этап выполняет, где нужно, определенные действия.

Создание программного комплекса, настраиваемого по ключу

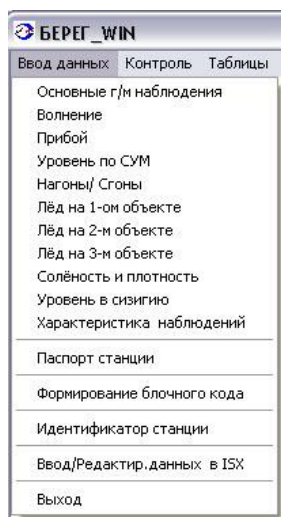


Рис. 1. Конфигурация ВНИИГМИ

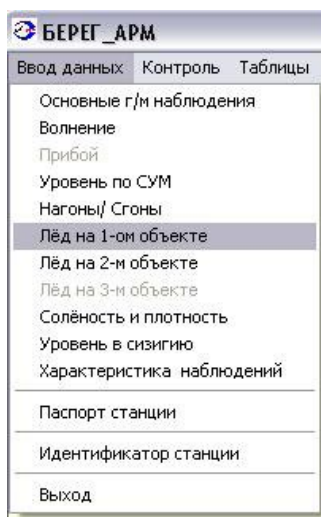


Рис. 2. Конфигурация АРМ

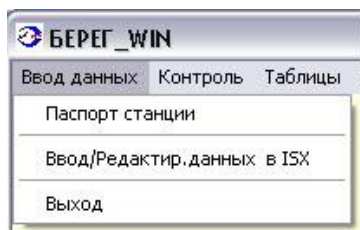


Рис. 3. Конфигурация ЦГМС

конфигурации системы, позволило оформить дистрибутивы для ПЕРСОНА МИС и ПЕРСОНА БЕРЕГ в виде полного набора всех приложений. Такой подход экономит силы и время разработчиков при рассылке на сеть Росгидромета очередной версии систем. А пользователи легко производят обновление системы с помощью программы установки.

Все перечисленные системы внедрены в эксплуатацию. В

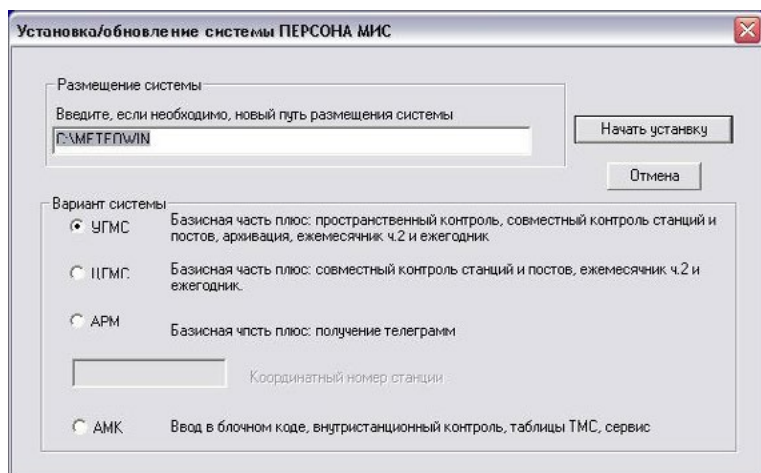


Рис. 4. Диалог программы установки

2006 г. сеть приступила к освоению новой версии ПЕРСОНА МИС, а в 2007 г. – ПЕРСОНА МИП. В 2009 г. на сеть передана в опытную эксплуатацию ПЕРСОНА БЕРЕГ.

Любому разработчику программных средств приятно заниматься любимым делом, радоваться своим маленьким открытиям и удачам. Особую радость приносит признание твоего труда другими. Цитата из письма начальника метеорологической станции Алдан

Якутского УГМС: «Управление предложило нам освоить программу АРМ метеоролога. Мы крайне заинтересованы в ее использовании, так как она освобождает метеоролога от рутинной работы по составлению телеграмм декада и климат, ведь это смешно, решать задачи вручную тогда, когда программа может это сделать за секунды».

Список литературы

1. Шаймарданов М.З., Пуголовкин В.В. Автоматизированные системы и технологии сбора, обработки и накопления данных гидрометеорологических наблюдений. СПб.: Гидрометеиздат – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД. 2002. С. 100–144.
2. Ковалев Н.П. Автоматизация рабочих мест специалистов по обработке текущей режимной метеорологической информации //Труды ВНИИГМИ-МЦД. 1996. Вып. 160. С. 9–13.
3. Лежнева Н.Г., Пуголовкин В.В., Правосудько Т.П. Автоматизация рабочего места метеоролога-наблюдателя //Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2000. Вып. 166. С. 117–122.

СИСТЕМА ПЕРСОНА МИП В СРЕДЕ WINDOWS

Разработка новой версии системы автоматизированной обработки режимной информации метеорологических постов ПЕРСОНА МИП была обусловлена, с одной стороны, переводом технологии обработки данных в среду OS Windows, с другой – расширением перечня обрабатываемых параметров (включением в программу основных видов метеорологических наблюдений данных наблюдений по дополнительной программе работы поста). Ниже в таблице приводится перечень видов наблюдений, обрабатываемых в двух версиях системы ПЕРСОНА МИП.

Таблица 1

Сравнительный перечень наблюдаемых параметров

Виды наблюдений в DOS версии		Виды наблюдений в версии OS WIN	
1	Осадки	1	Осадки
2	Экстремальная температура	2	Экстремальная температура (добавлены показания минимального и максимального термометров по штифту и после встряхивания)
3	Атмосферные явления (9 видов)	3	Атмосферные явления (15 видов)
			Наблюдения в два срока над:
		4	– скоростью и направлением ветра
		5	– дальностью видимости
		6	– количеством облаков
4	Снежный покров на м/п	7	Снежный покров на метеоплощадке
5	Снегосъемки	8	Снегосъемки
		9	Сведения о гололедно-изморозевых отложениях
6	Данные пьювиографа	10	Данные пьювиографа
7	Сведения об опасных явлениях	11	Сведения об опасных явлениях
8	Ежемесячные данные	12	Ежемесячные данные

Однотипность отдельных видов наблюдений станций и постов при разработке системы позволила сделать ставку на унификацию входных форм занесения данных и, следовательно, на использование отдельных модулей программного комплекса ПЕРСОНА МИС, проходящего в то время опытную эксплуатацию на сети Росгидромета.

Еще одной особенностью разрабатываемой системы является отказ от предварительного кодирования результатов наблюдений, т.е. информация из книжек наблюдений практически в неизменном виде переносится в поля специализированных экранных форм ввода данных, что позволяет позиционировать программный комплекс как средство автоматизированного рабочего места специалиста. При этом последовательность и полнота занесения информации по видам наблюдений, обеспечиваемую в системе с DOS-версией блочным кодом, в новом варианте должно заменить позиционное расположение данных в специализированных формах ввода.

В связи с похожестью технологий обработки информации системами ПЕРСОНА МИС и ПЕРСОНА МИП легко и быстро удалось наладить программные модули «рабочего стола» системы ПЕРСОНА МИП. При этом были сразу учтены замечания пользователей по некоторым опциям меню и работе диалогов, формирующих заказ на обработку.

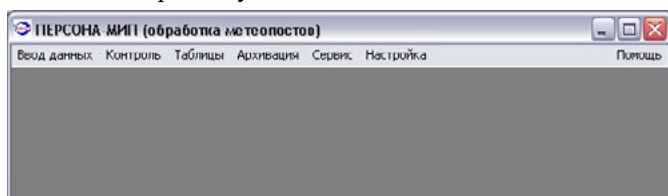


Рис. 1. Главное меню ПЕРСОНА МИП

Каждый пункт главного меню, кроме «Настройка» и «Помощь», представляет собой отдельный этап технологии системы ПЕРСОНА МИП (WIN).

Занесение информации постов в компьютер осуществляется в УГМС или в кустовых центрах обработки (областных центрах или кустовых станциях). Центры эти, как правило, оснащены программным обеспечением систем ПЕРСОНА МИС или АРМ МЕТЕО (подсистема МИС), таким образом, даже внешняя аналогия сокращает сроки адаптации специалистов-обработчиков к работе в новой системе ПЕРСОНА МИП.

На рис. 2 приведены примеры экранных форм ввода результатов снегосъемок по маршрутам для постов и станций.

Рис. 2. Формы занесения снегосъемок по маршрутам для постов и станций

Формы 4, 5, 6, 7 полностью (по перечню элементов, контролю на пределы) совпадают с экранными формами занесения данных ПЕРСОНА МИС. В форме 8 диалоги занесения свободного текста полностью совпадают. Такое совпадение позволило в кратчайшие сроки адаптировать реализованные в ПЕРСОНА МИС программные модули и включить новые приложения, а также общую DLL графических ресурсов в систему ПЕРСОНА МИП. Изменения коснулись в основном записи результирующего файла.

Структуру файла с исходными данными метеорологического поста можно представить в виде последовательности следующих областей:

Таблица 2

Области входного массива и их максимально возможный размер

DLINA	SUTKI	ATMOS	SNEG	SNOWSN	OBLED	PLUV	OOJA	MONTH	TEXT	PERER
20	2387	1023	651	864	42408	32712	660	21	2500	510

DLINA – массив из 10 полуслов, указывающий длину соответствующей области исходных данных. При отсутствии области в массиве соответствующий элемент равен 0.

SUTKI – область суточных данных (длина постоянная).

ATMOS – область атмосферных явлений (длина постоянная).

SNEG – область суточных данных о снежном покрове (длина постоянная).

SNOWSN – область снегосъемок (длина переменная).

OBLED – область гололедно-изморозевых отложений (длина переменная).

PLUV – область данных пюввиографа (длина переменная).

OOJA – область особо опасных явлений (длина переменная).

MONTH – область ежемесячных сообщений (длина постоянная).

TEXT – область свободного текста (длина переменная).

PERER – область перерывов наблюдений (длина переменная).

Файл двоичный, неформатированный. Внутри каждой области, кроме первой, данные представлены в виде последовательности символьных чисел, разделенных точкой с запятой.

Для пользователей системы ввод и корректировка данных возможны только через экранные формы ввода данных. Поэтому обработать в новой версии системы ПЕРСОНА МИП входную

информацию поста, представленную файлом блочного кода оказывается невозможно. В этом заключается принципиальное отличие системы ПЕРСОНА МИП от систем обработки данных наблюдений метеостанций и прибрежных станций и постов. Так как при создании новых версий ПЕРСОНА МИС и ПЕРСОНА БЕРЕГ не изменялись форматы представления входных данных, системы сохранили преемственность обработки данных и практически не замечают, файлы DOS или Windows представлены конкретному этапу обработки.

Авторам данной статьи представляется поспешным отказ от использования блочного кода постов, хотя бы в рамках прежней программы наблюдений.

Если разрешить обработку входных файлов в формате блочного кода, то доработка системы будет заключаться в следующем:

- включение опции «Ввод/корректировка блочного файла» в пункте меню «Ввод данных»;
- изменение программы первого этапа – ввод, декодирование, контроль данных. Программа должна распознать формат входного файла, включать в себя алгоритмы обработки обоих форматов. Формат результата (файл типа RES) остается таким, как он принят в варианте новой программы наблюдений, ибо старая программа наблюдений является подмножеством новой.

Поскольку в новой версии системы ПЕРСОНА МИП учтены изменения в программе наблюдений постов, введенные в действие на сети Приказом Росгидромета за № 193 от 17.09.2003 г., предполагающие расширение программы основных режимных наблюдений на посту, расширен и перечень выходной продукции системы. Ниже приводится сравнительный состав выходных таблиц ТМП, получаемых в двух версиях.

В состав Метеорологического ежемесячника, часть 2 и Ежегодника включены дополнительные таблицы:

- Таблица 4а. Скорость ветра, облачность. Данные постов;
- Таблица 12. Атмосферные явления, число дней. Данные постов;
- Таблица 23. Данные наблюдений за гололедно-изморозевыми отложениями. Данные постов.

В состав архивного ЯОД-файла включены четыре дополнительных типа записей, содержащие обработанные данные новых видов наблюдений. Изменено типовое описание ЯОД-файла в связи с добавлением новых типов записей:

Таблица 3

Состав выходных таблиц ТМП

В версии DOS		В версии WIN	
Стр. 1	Титульные данные. Свободный текст. Ежедневные данные по температуре, осадкам, снежному покрову на метеоплощадке, атмосферные явления, месячные выводы	Стр. 1	Титульные данные. Свободный текст. Поправки на смачивание
Стр. 2	Данные плевннграфн	Стр. 2	Суточные данные по температуре, осадкам, характеристикам ветра, видимости, облачности
Стр. 3	Снегосъемки. Сведения об опасных явлениях	Стр. 3	Ежедневные данные по снежному покрову на метеоплощадке, атмосферные явления
		Стр. 4	Месячные выводы
		Стр. 5	Снегосъемки. Результаты наблюдений за гололедно-изморозевыми отложениями. Сведения об опасных явлениях
		Стр. 6	Данные плевннграфн

• CONPCN – Запись содержит информацию областей вспомогательных данных (управляющий массив ввода-вывода и дополнительные призначные данные и паспортные характеристики).

• DOPDAN – Запись содержит исходные данные, т.е. результаты наблюдений по дополнительной программе наблюдений на посту. Ежесуточные данные наблюдений над температурой воздуха, видимостью, облачностью, характеристиками ветра и дополнительными атмосферными явлениями.

• DOPWYW – Запись содержит декадные и месячные выводы по дополнительной программе наблюдений на постах.

• OBLED – Запись содержит данные наблюдений над обледенением проводов гололедного станка на метеоплощадке.

Массив данных одного метеопоста в новом архиве ТМП, сформированном программными средствами системы ПЕРСОНА МИП под WINDOWS содержит 15 типов записей, причем записи

типа 1–11 по своей структуре полностью соответствуют записям прежнего архива.

Новые типы записей (12–15) содержат информацию (результаты наблюдений и месячные обобщения) дополнительной программы наблюдений на метеопостах.

Все записи типов 12–15 имеют те же призначные (ключевые) параметры, что и записи типов 1–11, т.е. длину записи, год, месяц, координатный номер поста, тип записи.

При разработке программного обеспечения этапа архивации данных в новой версии системы ПЕРСОНА МИП проблеме совместимости и преемственности данных, хранящихся в виде ЯОД-архивов ТМП, обработанных на ЕС ЭВМ, и архивной информации, обработанной на ПЭВМ, было уделено особое внимание. Файлы любого из вышеназванных форматов свободно читаются и разархивируются программными средствами систем ПЕРСОНА МИП и СУД АИСОРИ.

Список литературы

1. Наставления гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 2, часть 1. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 112 с.
2. Изменение № 1 к Наставлениям гидрометеорологическим станциям и постам, выпуск 2, часть 1. СПб: Гидрометеиздат, 2002. 16 с.
3. РД 52.04.563-2002 «Инструкция. Критерии опасных гидрометеорологических явлений и порядок подачи штормового сообщения». М.: Гидрометеиздат, 1999. 28 с.
4. Рекомендации по подготовке метеорологической информации постов к автоматизированной обработке. Обнинск. ГУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2006. 26 с.
5. Архив ТМП «Текущая метеорологическая информация постов». Описание архива. Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 1988. 131 с.
6. Первичная система обработки, накопления и анализа метеорологической информации постов. Форматы данных. Архив ТМП. Текущая метеорологическая информация постов. Описание архива. Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 1999. 70 с.
7. Структура и форматы хранения проконтролированных данных в автоматизированной системе первичной обработки режимной метеорологической информации постов. Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2005. 38 с.

УСЛОВНО-ПОСТОЯННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ В СИСТЕМЕ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ НА ПЭВМ

Условно-постоянные характеристики (УПХ) являются составной частью массивов данных, получаемых в процессе первичной обработки результатов наблюдений на метеорологических станциях с помощью автоматизированной системы ПЕРСОНА МИС.

УПХ представляют собой совокупность паспортных данных станции, некоторых рассчитанных пространственно-временных характеристик, признаков и других данных, присущих конкретному обрабатываемому массиву информации. Условно-постоянные характеристики необходимы для работы всех этапов системы – контроля, обработки, формирования таблиц, архивации и др. Они формируются в самом начале работы первого этапа системы «Ввод, декодирование, синтаксический контроль и семантический контроль первого уровня».

В программных модулях системы УПХ представлены в виде двух массивов – **UPX** (тип **INTEGER*2**) – 100 элементов и **UPXF** (тип **INTEGER*4**) – 3 элемента. Еще один массив – **NAME**, состоящий из одного 20-байтового элемента (тип **CHAR*20**) – содержит в символьном виде наименование станции. Наименование станции выбирается из первой строки паспорта станции, где оно находится в позициях 12–31.

Рассмотрим первую составляющую УПХ – паспортные данные станций. Это сведения о программе наблюдений на станции, наличии приборов, с помощью которых производятся наблюдения, некоторые физико-географические характеристики станции, величина или значение которых постоянны для данной станции, либо относительно длительное время не меняются.

С целью повышения надежности работы системы и избавления обработчиков-метеорологов от ежемесячной подготовки (занесения) одних и тех же данных паспорта станций задаются один раз при внедрении системы и в дальнейшем лишь корректируются по мере необходимости при изменении значения одной или нескольких характеристик.

Паспортные данные станций одного или нескольких УГМС оформлены в виде текстового файла с именем PASPRT.PAS, состоящего из 80-символьных строк и находящегося в папке METEOWIN/PAS. Паспортные данные каждой отдельной станции занимают две последовательно расположенные строки, имеющие номера 01 и 02.

Пример паспортных данных станции:

01549321001Смоленск 08023800000001011000001111+0236114112 100111
015493210020 102011111+0237811111110000000000 00618870326761547321

Соответствие между условно-постоянными характеристиками и паспортными данными, а также расположение элементов паспортных данных в паспорте станции (номер строки и номера позиций) приведено в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Перечень условно-постоянных характеристик
в массиве UPXF (тип INTEGER*4)

Номер эlemen- та	Иденти- фикатор элемента	Наименование элемента и его возможные значения	В паспорте	
			номер строки	номера позиций
1	KKKKKKJ	Координатный номер станции	1, 2	3–9
2	±NNNNN	Высота барометра над уровнем моря в десятых долях м	2	28–33
3	IIIIII	Синоптический номер стан- ции	2	70–74

Таблица 2

Перечень условно-постоянных характеристик
в массиве UPX (тип INTEGER*2)

Номер эlemen- та	Иденти- фикатор элемента	Наименование элемента и его возможные значения	В паспорте	
			номер строки	номера позиций
		Вид информации (метеорологи- ческая на станциях (01))	1	1–2
		Координатный номер станции (см. описание массива UPXF)	1	3–9
		Номер первой строки паспорта (01)	1	10–11
		Наименование станции (см. выше описание эл. NAME)	1	12–31

Продолжение табл. 2

Номер элемен- та	Иденти- фикатор элемента	Наименование элемента и его возможные значения	В паспорте	
			номер строки	номера позиций
1	YY	Условный номер УГМС (01–39, 41, 42)	1	32–33
2	GG	Номер часового пояса (00–23)	1	34–35
3	J	Признак географического рас- положения (0–4)	1	36
4	Q	Количество сроков наблюдений на станции (4,8)	1	37
5	L	Признак непрерывности рабо- чего дня (0,1)	1	38
6	M	Признак принадлежности стан- ции (0,1)	1	39
7	U	Признак наличия автоматичес- кой станции (0,1)	1	40
8	EG	Признак наличия ежечасных наблюдений (0,1)	1	41
9	I.1	Наличие агрометеорологичес- ких наблюдений (0,1)	1	42
10	I.2	Наличие прибрежных морских наблюдений (0,1)	1	43
11	I.3	Наличие гидрологических на- блюдений (0,1)	1	44
12	I.4	Наличие аэрологических на- блюдений (0,1)	1	45
13	I.5	Наличие радиолокационных наблюдений (0,1)	1	46
14	I.6	Наличие актинометрических наблюдений (0,1)	1	47
15	I.7	Наличие теплобалансовых на- блюдений (0,1)	1	48
16	I.8	Наличия озонметрических наблюдений (0,1)	1	49
17	I.9	Признак наличия наблюдений над атмосферным электриче- ством (0,1)	1	50
18	I.10	Признак наличия наблюдений над загрязнением воздуха (0,1)	1	51

Продолжение табл. 2

Номер элемен- та	Иденти- фикатор элемента	Наименование элемента и его возможные значения	В паспорте	
			номер строки	номера позиций
19	LL	Признак классности станции (0–2)	1	52
20	F	Признак классификации станции по критериям опасных гидрометеорологических явлений (ОЯ) (0–3)	1	53
21	X.1	Признак помещения данных станции в Метеорологический ежемесячник, часть 1 (0,1)	1	54
22	X.2	Признак помещения данных станции в Метеорологический ежемесячник, часть 2 (0,1)	1	55
23	X.R	Признак помещения данных станции в табл. 19 Метеорологического ежемесячника, часть 2 (0,1)	1	56
24	L.U	Тип участка (по степени защищенности) (1, 2, 5)	1	57
25	±НННН	Высота станции над уровнем моря в метрах	1	58–62
26	V	Наличие наблюдений за дальностью видимости (0–2)	1	63
27	C	Признак наличия наблюдений за облачностью (количество и формы) (0,1)	1	64
28	H	Признак наличия наблюдения за высотой нижней границы облаков (0–4)	1	65
29	E	Признак наличия наблюдений за состоянием подстилающей поверхности (0,1)	1	66
30	W	Признак наличия наблюдений за погодой (0,1)	1	67
31	F	Признак наличия наблюдений за направлением и скоростью ветра (0–2)	1	68

Продолжение табл. 2

Номер элемен- та	Иденти- фикатор элемента	Наименование элемента и его возможные значения	В паспорте	
			номер строки	номера позиций
32	HFL	Высота флюгера с легкой до- ской над поверхностью земли в десятых долях метра	1	69–71
33	HFT	Высота флюгера с тяжелой до- ской над поверхностью земли в десятых долях метра	1	72–74
34	HA	Высота анеморумбометра над поверхностью земли	1	75–77
35	R	Признак наличия наблюдений за осадками (0–2)	1	78
36	TP	Признак наличия наблюдений за температурой подстилающей поверхности (0–2)	1	79
37	T	Признак наличия наблюдений за температурой воздуха (0–2)	1	80
		Вид информации (метеорологи- ческая на станциях (01)	2	1–2
		Координатный номер станции (см. описание массива UPXF)	2	3–9
		Номер второй строки паспорта (02)	2	10–11
38	S	Признак наличия снегосъемок в плане работ (0,1)	2	12
39	DP	Длина полевого маршрута в десятых долях км	2	13–14
40	DL	Длина лесного маршрута в де- сятых долях км	2	15–16
41	DB	Длина маршрута снегосъемок по балкам (оврагам) в десятых долях км	2	17–18
42	G	Признак наличия гелиографа (0,1)	2	19
43	HG	Высота гелиографа в десятых долях метра	2	20–22
44	TG	Признак наличия самописца температуры воздуха (0–2)	2	23

Продолжение табл. 2

Номер элемен- та	Иденти- фикатор элемента	Наименование элемента и его возможные значения	В паспорте	
			номер строки	номера позиций
45	GG	Признак наличия самописца относительной влажности (0–2)	2	24
46	PG	Признак наличия плевниографа (0,1)	2	25
47	O	Признак наличия наблюдений за гололедно-изморозевыми отложениями (0,1)	2	26
48	B	Признак наличия барометра (0,1)	2	27
		Высота барометра над уровнем моря в десятых долях метра (см. описание массива UPXF)	2	28–33
49	To	Тип термометров для измерения температуры почвы под оголенной поверхностью (0,1)	2	34
50	Te	Тип термометров для измерения температуры почвы под естественным покровом (0–2)	2	35
51	T02	Признак наличия вытяжного термометра на глубине 20 см (0,1)	2	36
52	T04	Признак наличия вытяжного термометра на глубине 40 см (0,1)	2	37
53	T08	Признак наличия вытяжного термометра на глубине 80 см (0,1)	2	38
54	T12	Признак наличия вытяжного термометра на глубине 120 см (0,1)	2	39
55	T16	Признак наличия вытяжного термометра на глубине 160 см (0,1)	2	40
56	T24	Признак наличия вытяжного термометра на глубине 240 см (0,1)	2	41
57	T32	Признак наличия вытяжного термометра на глубине 320 см (0,1)	2	42

Продолжение табл.2

Номер эlemen- та	Иденти- фикатор элемента	Наименование элемента и его возможные значения	В паспорте	
			номер строки	номера позиций
58	T002	Признак наличия электротермометра на глубине 2 см (0,1)	2	43
59	T005	Признак наличия электротермометра на глубине 5 см (0,1)	2	44
60	T010	Признак наличия электротермометра на глубине 10 см (0,1)	2	45
61	T015	Признак наличия электротермометра на глубине 15 см (0,1)	2	46
62	T020	Признак наличия электротермометра на глубине 20 см (0,1)	2	47
63	T040	Признак наличия электротермометра на глубине 40 см (0,1)	2	48
64	T080	Признак наличия электротермометра на глубине 80 см (0,1)	2	49
65	T120	Признак наличия электротермометра на глубине 120 см (0,1)	2	50
66	T160	Признак наличия электротермометра на глубине 160 см (0,1)	2	51
67	T320	Признак наличия электротермометра на глубине 320 см (0,1)	2	52
68	ДнДн	День начала полярной ночи на станции	2	53–54
69	МнМн	Месяц начала полярной ночи на станции	2	55–56
70	ДкДк	День окончания полярной ночи на станции	2	57–58
71	МкМк	Месяц окончания полярной ночи на станции	2	59–60
72	SSS	Номер зоны внутри УГМС, в которую входит данная станция при помещении ее данных в Метеорологический ежемесячник, часть 2	2	61–63
73	GOD	Год открытия станции	2	64–67
74	NT	Номер архивного файла, куда входят данные этой станции	2	68–69
	I I I I I	Синоптический номер станции (см. описание массива UPXF)	2	70–74

Продолжение табл. 2

Номер элемен- та	Иденти- фикатор элемента	Наименование элемента и его возможные значения	В паспорте	
			номер строки	номера позиций
75		Резерв (до июня 2009 г. – условный номер станции по актинометрии, фактически не используемый)		
76	GGGG	Год наблюдений		
77	MM	Месяц наблюдений		
78	KDM	Количество дней в месяце наблюдений		
79	No	Начало метеорологических суток по московскому (Всемирному скоординированному) времени		
80	Nop	Начало метеорологических суток по местному (поясному времени)		
81	Ns	Первый срок наблюдений по Московскому (Всемирному скоординированному) времени		
82	N1	Первый час наблюдений по Московскому (Всемирному скоординированному) времени		
83	N8	Срок, ближайший к 8 часам местного (поясного) времени		
84	N14	Срок, ближайший к 14 часам местного (поясного) времени		
85	FFF	Широта станции (градусы с десятичными долями)	2	75–77
86	LLL	Долгота станции (градусы с десятичными, без сотни)	2	78–80
87	J'	Определитель полушария и наличия сотни у долготы		
88	S4-5	Признак наличия страниц 4 и 5 в таблице ТМС		
89	S8	Признак наличия страницы 8 в таблице ТМС		
90	S10–12	Признак наличия страниц 10–12 в таблице ТМС		
91	S13	Признак наличия страницы 13 в таблице ТМС		

Окончание табл. 2

Номер элемен- та	Иденти- фикатор элемента	Наименование элемента и его возможные значения	В паспорте	
			номер строки	номера позиций
92	S14	Признак наличия страницы 14 в таблице ТМС		
93	S15	Признак наличия страницы 15 в таблице ТМС		
94	S16	Признак наличия страницы 16 в таблице ТМС		
95	S17	Признак наличия страницы 17 в таблице ТМС		
96	S18	Признак наличия таблицы 22 в Метеорологическом ежемесяч- нике, часть 2		
97	S19	Признак наличия таблицы 14 в Метеорологическом ежемесяч- нике, часть 2		
98	S20	Признак наличия таблицы 16 в Метеорологическом ежемесяч- нике, часть 2		
99	S21	Признак наличия таблицы 20 в Метеорологическом ежемесяч- нике, часть 2		
100	KCP	Количество сроков наблюдений в данном месяце		

Примечание. Те условно-постоянные характеристики, для которых не указаны номера позиций в строках паспорта станции, являются производными.

Занесение и корректировка паспортных данных станций в файле PASPRT.PAS могут быть выполнены как с помощью любого текстового редактора, так и с помощью специальной программы PASPORT.EXE, обращение к которой производится из меню системы ПЕРСОНА МИС. Для этого в главном меню выбирается пункт «Ввод данных», далее – строка «Паспорт» (рис. 1). Появляется окно диалога с предложением выбрать конкретный паспорт из массива паспортных характеристик PASPRT.PAS (рис. 2).

ПЕРСОНА_МИС

Ввод данных | Контроль | Таблицы | Актизация

Основные данные в срок:

Температуры почвы на глубинах (прочные)
Температуры почвы на глубинах (сучковые)

Снежный покров (метеоплощадка)
Снежный покров (снегосъемки)

Гелиограф
Термограф
Гигрограф
Плениограф

Гололедно-изморозевые отложения
Сплавные г/м явления

Ежемесячные сведения
Паспорт станции

Координаты дрейфующей станции

Формирование блочного кода

Идентификатор станции

Занесение данных в ISX

Выход

Рис. 1

Паспортные данные метеорологической станции

Координатный номер: 240210 Наименование станции: Сноленск YY 03 GG 02

J Q L M U Ж 11 12 13 14 15 16 17 18 19 110Л Ф X1X2 XRLU+HHHH V C H E W F Hол Нот

3 8 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 1 1 -0236 1 1 4 1 1 2

Ha R In T S Dn Dd G H Tr Gr Pr O B +ZZZZZ To Te

100 1 1 1 0 1 020 1 1 1 1 1 -02370 1 1

Температуры на глубинах Дн Мн Дк Мк SSS GOCT NT IIII FFF LLL

1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 006 1887 03 99999

Комментарии:
KKKKKKK - координатный номер метеостанции

Сохранить
Отмена

Рис. 2

В результате выбора конкретной станции появляется диалог корректировки, представленный на рис. 3. Призначные данные строк паспорта, т. е. вид информации и номер строки паспорта формируются автоматически. Остальные элементы заносятся или корректируются путем последовательного перемещения курсора из окна в окно и введения их значений.

Паспортные данные метеорологической станции

Координатный номер: 240210 Наименование станции: Сноленск YY 03 GG 02

J Q L M U Ж 11 12 13 14 15 16 17 18 19 110Л Ф X1X2 XRLU+HHHH V C H E W F Hол Нот

3 8 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 1 1 -0236 1 1 4 1 1 2

Ha R In T S Dn Dd G H Tr Gr Pr O B +ZZZZZ To Te

100 1 1 1 0 1 020 1 1 1 1 1 -02370 1 1

Температуры на глубинах Дн Мн Дк Мк SSS GOCT NT IIII FFF LLL

1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 006 1887 03 99999

Комментарии:
KKKKKKK - координатный номер метеостанции

Сохранить
Отмена

Рис. 3

Занесенные паспортные данные станций предварительно контролируются с помощью автономной программы **KONPAS.EXE**, формирующей протокол контроля, имеющий примерный вид:

07-07-2009 ----- 11:59
 ---- ПЕРСОНА-МИС - КОНТРОЛЬ ПАСПОРТНЫХ ДАННЫХ СТАНЦИИ ----
 В УЛМС СЕВЕРО-ЗАПАДНОЕ УЛМС

Сообщение о паспортных данных:

Количество станций в УЛМС:	108
Признаки(и) географического расположения:	3
Намер(и) человека(ов), пол(а)(ов):	02
Количество проходов наблюдений:	8
Признак(и) непрерывности наблюдения:	0
Признак(и) принадлежности станции:	0 1
Признак(и) классности станции:	0 1 2
Признак(и) помещения данных в МЭ, ч.1:	0 1
Признак(и) помещения данных в МЭ, ч.2:	1 0
Признак(и) помещения данных в с/с в МЭ, ч.2:	0 1
Признак(и) наличия других видов наблюдений:	0 1

ЭМ МЭ Коорд МЭ Наимен. станции, режимом контроля

108 108 5503046 Вланы
 *** Соответствие признаку наличия радиогрфа - 0 и его высоты - 2.2 м
 *** Высота радиогрфа - 2.2 м

Чтение паспортных данных и формирование вспомогательных условно-постоянных характеристик в системе ПЕРСОНА МИС производится программным модулем **PASPRT**. После раскодирования призначного блока входного сообщения [1] эта программа находит последовательно первую и вторую строки паспорта станции, координатный номер которой был прочитан из призначного блока. Чтение паспортных характеристик и запись в массивы **UPX** и **UPXF** производится по их описанию, заданному в виде таблиц.

В результате неудовлетворительного чтения программным модулем может быть занесено в протокол одно из следующих сообщений:

«Паспорт не найден»;

«Не найдена вторая строка паспорта»;

«Не найдена первая строка паспорта»;

«Ошибка в паспортных данных»;

«Сбой диска при вводе паспорта»;

«Не найден файл с паспортами **PASPRT.PAS** в папке **METEOWIN/PAS**».

После чтения паспортных данных модуль **PASPRT** производит вычисление **KDM** – количества дней в месяце наблюдений и следующих вспомогательных характеристик по значениям признака системы отсчета времени наблюдений, номера часового пояса и количества сроков наблюдений:

No	Начало метеорологических суток по Московскому (BCB – Всемирному скоординированному) времени
Nor	Начало метеорологических суток по местному (поясному времени)
NS	Первый срок наблюдений по Московскому (BCB – Всемирному скоординированному) времени
N1	Первый час наблюдений по Московскому (BCB – Всемирному скоординированному) времени
N8	Срок, ближайший к 8 часам местного (поясного) времени
N14	Срок, ближайший к 14 часам местного (поясного) времени

В связи с тем, что в паспорт могут быть занесены точные значения координат станции, определенные с помощью систем спутниковой навигации, значения широты, долготы и определителя полушария, в котором находится станция, определяются по следующим правилам:

85-й (FFF) и 86-й (LLL) элементы массива UPX формируются из:

- точных значений широты и долготы станции при их наличии в паспорте;
- значений широты и долготы в координатном номере при отсутствии точных значений широты и долготы в паспорте;
- 87-й (**J**) элемент массива UPX – определитель полушария всегда формируется из значения J в координатном номере.

Последняя вспомогательная характеристика UPX(100), вычисляемая в модуле PASPRT, – количество сроков наблюдений в данном массиве с учетом последнего срока последнего дня предыдущего месяца.

$$KCP = KDM * Q + 1 ,$$

где KDM – количество дней в месяце наблюдений; Q – ежедневное количество сроков наблюдений на станции.

Условно-постоянные характеристики формируются не только с помощью модуля PASPRT. Значения элементов UPX(88) – UPX(99), представляющих собой признаки наличия различных страниц ТМС и метеорологического ежемесячника, часть 2, формирует модуль **SPRIZ** в зависимости от программы наблюдений и фактического наличия результатов наблюдений, помещаемых на этих страницах.

Формирование некоторых элементов УПХ имеет свои особенности.

1. **J (UPX(3))** – признак географического расположения станции (системы отсчета времени наблюдений) берется из 36-й позиции 1-й строки паспорта только в том случае, если во внешнем файле управления контролем и обработкой AKRITS.MIS признак переопределения системы отсчета времени наблюдений **Ja** равен 5; в противном случае **J = Ja**.

2. **L (UPX(5))** – признак непрерывности рабочего дня на станции. Для станций с 8- срочным регламентом наблюдений этот признак может принимать значения, читаемые из паспорта: 0 – непрерывный рабочий день; 1 – рабочий день с перерывами.

Для станций с 4-срочными наблюдениями такие же значения записывались в массив UPX до 2007 года и они соответствовали «уплотненной» структуре записи срочных данных, что не соответствовало значениям ключей записей ЯОД-файла.

Начиная с 2007 года для станций с 4-срочными наблюдениями признак L формируется по формуле $L = Lп + 2$, т. е. равен либо 2, либо 3, что соответствует записи срочных данных «через срок»: 2 – непрерывный рабочий день; 3 – рабочий день с перерывами.

Анализ, изменение и запись признака L производит модуль SAPX1.

Список литературы

1. Методические указания по автоматизированной обработке гидрометеорологической информации, вып. 3, ч. 1, раздел 1. Обнинск, 2000. С. 1– 68.
2. Шаймарданов М.З., Пуголовкин В.В. Автоматизированные системы и технологии сбора, обработки и накопления данных гидрометеорологических наблюдений // СПб.: Гидрометеониздат. Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2002. С. 100 – 144.
3. Апарин Б.В., Правосудько Т.П. Условно-постоянные характеристики станций в системе автоматизированной обработки метеорологической информации на ЕС ЭВМ // Труды ВНИИГМИ-МЦД, 1985, Вып, 127. С. 16–18.

УПРАВЛЕНИЕ КОНТРОЛЕМ И ОБРАБОТКОЙ В СИСТЕМЕ ПЕРСОНА МИС (ОПИСАНИЕ ВНЕШНЕГО ФАЙЛА AKRITS.MIS)

В автоматизированной системе первичной обработки режимной информации метеорологических станций на ПЭВМ «ПЕРСОНА МИС» [1] ряд функций по управлению контролем и обработкой реализован с помощью внешнего файла AKRITS.MIS.

В системе ПЕРСОНА МИС под управлением операционной системы WINDOWS текстовый файл AKRITS.MIS находится в папке METEOWIN/PRG/EKR.

Он (рис.) представляет собой набор таблиц и шкал, содержащих ключи, признаки и характеристики, управляющие организационными и вычислительными процессами в различных этапах системы. Файл имеет жесткую структуру, которая не должна нарушаться; изменению подлежат только значения характеристик, признаков и ключей.

Рассмотрим содержимое файла. В верхней его части находятся три таблицы:

«Включение критериев», «Вывод дополнительных сведений» и «Предельные или критические значения для алгоритмов контроля 1-го уровня».

1. «Включение критериев»

С помощью первой таблицы можно изменять набор критериев семантического контроля 1-го уровня. В каждой из 20 строк таблицы содержатся по 10 признаков (позиции 9–18), имеющих значение 0 или 1. Значение 0 соответствует состоянию «Критерий выключен», а значение 1 – состоянию «Критерий включен». В левой части каждой строки (позиции 1–) указан тот десяток критериев, которому соответствуют признаки данной строки, а в «шапке» таблицы указаны единицы номера критерия.

По умолчанию значения признаков всех критериев равны 1, что означает участие всех существующих критериев в семантическом контроле данных 1-го уровня. Таблица «Включение критериев» позволяет исключать любое сочетание критериев из семантического контроля 1-го уровня в тех случаях, когда эти критерии фиксируют

мало истинных ошибок и формируют большое количество сведений о ложных ошибках. Для этого достаточно изменить значение признаков соответствующих критериев с 1 на 0.

[illegible]

Восприятие цветов *

Вкладка | 1234567890.

C1-10 1111111111

11-20 | 1111111111

21-30 111111111111x

31-60 111-11-11-7*

41-50 11121121122 ✓
51-60 1111111111111111 ✓

61-70 111' 11' 11' =

$$11-00 \quad 11-11-11-$$

$$11-00 \quad 11-11-11-$$

84-00 111' 11' 11' 11'

92-100 | 11-1111111111

К.П.КОЧЕРЖИНСКИЙ

REF ID: A789923457+

— 7 —

ВОССТАНОВЛЕНИЕ *

-----JMBJBVCBOE

01-12 11:11:11.11

11-20 117'11111111'

21-30 111111111111

31-40 | 11111111

2. «Вывод дополнительных сведений»

Структура этой таблицы аналогична структуре таблицы «Включение критериев».

В ней содержатся признаки (позиции 28–37), с помощью которых можно включать или выключать вывод дополнительных сведений по любому сочетанию критериев в таблицу результатов

семантического контроля 1-го уровня. Дополнительные сведения представляют собой пояснительный текст, отражающий смысл и содержание критерия, а также значения характеристик, несоответствие между которыми выявлено с помощью данного критерия.

Так, например, дополнительные сведения по критерию 76 :
**«DD=15, tt= 9 # Кг 76 # Бл=07 # Приведение давления к уровню моря
Po=10115 Po(расч)=1009.4 P, T, e, точ(e), hб, f= 9863 231 169 1 2023 533»**
содержат временные характеристики – значения дня и срока, для которых выявлено несоответствие данных по этому критерию и значения характеристик, рассчитанных и участвующих в расчетах по данному критерию. Здесь DD – значение дня; tt – значение срока наблюдений; Кг 76 – номер критерия (76); Бл =07 – номер блока входного сообщения, в котором находится характеристика, проверяемая данным критерием (07); Po – значение атмосферного давления на уровне моря, рассчитанное наблюдателем и введенное в ПЭВМ; Po(расч) – значение атмосферного давления на уровне моря, рассчитанное программой; P, T, e, точ(e), hб, f – соответственно, значения атмосферного давления на уровне станции, температуры воздуха, парциального давления, признака точности парциального давления, высоты барометра над уровнем моря, широты места, где расположена станция.

Признаки в таблице «Вывод дополнительных сведений» могут принимать значения 1 или 0, что соответствует включению или невключению дополнительных сведений по критерию в таблицу результатов контроля.

3. «Предельные или критические значения для алгоритмов контроля 1-го уровня»

Таблица состоит из трех столбцов. В первых двух содержатся экстремальные или критические значения характеристик, проверяемые некоторыми критериями (позиции 39–43 и 45–49). Изменение этих значений позволяет настраивать отдельные критерии на условия конкретного региона или конкретного времени года, что может существенно повысить эффективность этих критериев. В третьем столбце (позиции 51–79) – наименования характеристик, экстремальные или критические значения которых содержатся в первых двух столбцах, и номера критериев (в скобках), с помощью которых контролируются эти характеристики. Расшифровка некоторых обозначений в третьем столбце содержится в описании критериев семантического контроля 1-го уровня.

4. В нижней части трех описанных таблиц имеются две строки, в первой из которых содержатся ключи и признаки, а во второй строке – обозначения этих ключей.

Вернемся к этим строкам после описания четвертой таблицы «Включение блоков», расположенной под строками ключей и признаков, и их обозначениями. С помощью этой таблицы можно изменять набор блоков входного сообщения, участвующих в обработке.

В каждой из 10 строк таблицы содержатся по 10 признаков (позиции 9–18), имеющих значение 0 или 1. Значение 0 соответствует состоянию «Блок выключен», а значение 1 – состоянию «Блок включен». В левой части каждой строки (позиции 2–6) указан тот десяток блоков, которому соответствуют признаки данной строки, а в «шапке» таблицы указаны единицы номера блока.

По умолчанию значения признаков включения всех блоков равны 1, что означает участие всех блоков входного сообщения в обработке. Таблица «Включение блоков» позволяет исключать любое сочетание блоков из обработки в тех случаях, когда из результирующего массива необходимо исключить какой-либо вид данных. Такая ситуация может возникнуть при браке отдельного вида данных или в прикладной задаче, когда необходимо получить не весь месячный объем метеорологической информации станции, а лишь данные отдельного вида или нескольких видов.

5. В упомянутой выше строке ключей «Вкл. КПБ» (позиции 9–11) – признаки включения таблиц «Включение критериев», «Предельные или критические значения для алгоритмов контроля 1-го уровня» и «Включение блоков». Только при значении ключа, равном 1, соответствующая таблица воспринимается программой контроля. При нулевом значении ключа работает режим «по умолчанию».

«Выв двп» (позиции 12–14) – ключи вывода на экран дополнительных сведений, вспомогательных характеристик, включение пауз (все эти ключи работают только в системе под управлением DOS в целях отладки).

«Выв УЕ» (позиции 15–16) – ключи вывода результатов синтаксического (SYN) и семантического контроля (SEM-1) 1-го уровня.

«Выв уе» (позиции 17–18) – ключи вывода строк таблиц синтаксических (syn) и семантических (sem) ошибок (1-й уровень). «Шапки» таблиц выводятся.

«Выв ИУууМ» (позиции 28–32) – ключи вывода на экран имени станции, условно-постоянных характеристик УПХf (формат INTEGER*4), упрх-1 (формат INTEGER*2, часть 1), упрх-2 формат INTEGER*2, часть 2), MONTH – месячных выводов (все эти ключи работают только в системе под управлением DOS в целях отладки).

«Паузы» (позиции 33–37) – ключи включения пауз после вывода каждого из пунктов «Выв ИУууМ» (работают только в системе под упр. DOS в целях отладки).

6. Далее в той же строке расположены признак формата и альтернативные символы:

«Ф» – признак формата результирующих данных в папке RES. Может принимать следующие значения:

1 – внутренний сжатый двоичный формат системы ПЕРСОНА МИС;

2 – ЯОД ПЭВМ (стандарт 1999 г.);

3 – ЯОД ЕС ЭВМ.

В текущей обработке используется только формат ЯОД ПЭВМ (стандарт 1999 г.), то есть: значение «Ф» в строке признаков должно быть равно 2.

«Э» (позиция 40) – символ во входном сообщении, альтернативный символу «Э» – восстановлено вручную. По умолчанию это символ «\$», который во входном сообщении воспринимается программой контроля как символ «Э»;

«Ю» (позиция 41) – символ во входном сообщении, альтернативный символу «Ю» – отличительный признак. По умолчанию это символ «*», который во входном сообщении воспринимается как символ «Ю»;

«Ш» (позиция 42) – символ во входном сообщении, альтернативный символу «Ш», – оставить без изменения при обработке исправительного массива. По умолчанию это символ «@», который во входном сообщении воспринимается как символ «Ш»;

«Щ» (позиция 43) – символ во входном сообщении, альтернативный символу «Щ» – удалить при обработке исправительного массива. По умолчанию это символ «#», который во входном сообщении воспринимается как символ «Щ»;

7. Завершают строку ключей и признаков следующие:

«Н» (позиция 45) – наличие прописной кириллической буквы «Н» отключает систему защиты от несанкционированного распространения системы ПЕРСОНА МИС (для обработки во

ВНИИГМИ-МЦД и в Центрах, обрабатывающих данные нескольких УГМС).

Пробел – система защиты включена;

«Д» (позиция 46)– наличие прописной кириллической буквы «Д» позволяет записывать в папку RES массивы данных, содержащие синтаксические ошибки (только для отладки!).

Пробел – запись массивов, содержащих синтаксические ошибки, в папку RES не записываются.

«L» или «K» (позиция 47) – наличие одной из этих прописных латинских букв указывает на наименование УГМС с номером 06 (Латвия или Калининград).

«W» или «D» (позиция 48) – признак вида кодировки исходных данных – WINDOWS или DOS (только в системе под управлением WINDOWS; «D» разрешается устанавливать только авторам программ).

«П» (позиция 49)– наличие прописной кириллической буквы «П» указывает на то, что отдельные модули системы в этапах ввода и контроля данных адаптированы к обработке исторической информации ТММ-1, занесенной или преобразованной к формату ТМС (только в системе под управлением DOS для решения проблемы заполнения пропусков в архивных данных).

8. В нижней части таблицы «Включение блоков» находятся две строки, в первой из которых в позициях 9–18 расположены ключи включения-выключения вывода на экран обобщенных данных (только в системе под управлением DOS в целях отладки).

Значение ключа, равное 1 – вывод включен; значение, равное 0 – вывод выключен.

Во второй строке – **6789923457** – обозначения номеров страниц ТМС – 6, 7, 8, 9, 9, 12, 13, 14, 15, 17, обобщенные данные для которых могут быть выведены на экран по ключам в предыдущей строке (только в системе под управлением DOS с целью отладки). В левой части этих двух строк – их сокращенное название «Ключ ОХ для страницы ТМС с №».

9. Самая последняя таблица внешнего файла AKRITS.MIS называется «Восстановление», поскольку большая часть ключей и признаков предназначена для восстановления забракованных и пропущенных данных.

В первой строке – обозначения ключей и признаков, во второй строке – сами ключи и признаки:

«J» (позиция 9) – признак географического расположения станции и он же – признак системы отсчета времени в системе ПЕРСОНА МИС. Если «J» задано значениями от 1 до 4, то для обработки принимается та система отсчета времени, которая соответствует заданному значению:

J=0 – территория СССР, время – Московское;

J=1 – дрейфующая станция, время – Московское;

J=2 – Антарктида, время – Гринвичское;

j=3 – любая территория, время – Гринвичское;

J=4 – дрейфующая станция, время – Гринвичское.

Если «J» задано значением «5», для обработки принимается та система отсчета времени, признак которой записан в паспорте станции. Такая возможность позволяет обрабатывать данные в любой временной системе без изменения паспортов станций.

«в» (позиция 10) – признак, имеющий два назначения:

– включение шкалы ключей включения-выключения блоков восстановления по ряду групп метеозлементов в этапе восстановления забракованных и пропущенных данных (см. далее);

– включение принудительного восстановления пропущенных данных по температуре воздуха и подстилающей поверхности в программе 1-го этапа (синтаксический контроль и семантический контроль 1-го уровня).

Возможные значения признака «в»:

«в» = 0 – шкала ключей включения-выключения блоков восстановления по ряду групп метеозлементов в этапе восстановления забракованных и пропущенных данных не включается и восстановление производится по умолчанию – во всех блоках для всех элементов;

в программе 1-го этапа (синтаксический контроль и семантический контроль 1-го уровня) принудительное восстановление пропущенных данных по температуре воздуха и подстилающей поверхности отключено;

«в» = 1 – шкала ключей включения-выключения блоков восстановления по ряду групп метеозлементов в этапе восстановления забракованных и пропущенных данных включается и восстановление производится для тех блоков (элементов), для которых значения ключей в шкале равны 1;

в программе 1-го этапа (синтаксический контроль и семантический контроль 1-го уровня) принудительное восстановление

пропущенных данных по температуре воздуха и подстилающей поверхности отключено;

«в» = 2 – шкала ключей включения-выключения блоков восстановления по ряду групп метеозлементов в этапе восстановления забракованных и пропущенных данных включается и восстановление производится для тех блоков (элементов), для которых значения ключей в шкале равны 1;

в программе 1-го этапа (синтаксический контроль и семантический контроль 1-го уровня) принудительное восстановление пропущенных данных по температуре воздуха и подстилающей поверхности включено.

«ФПВСРОЕ» (позиции 11–18) – шкала ключей включения-выключения блоков восстановления по ряду метеозлементов:

F – скорость ветра, средняя в срок наблюдений и максимальная;

П – П – температура подстилающей поверхности;

В – температура воздуха;

V – характеристики влажности;

С – данные самописцев (термографа и гигрографа);

Р – характеристики атмосферного давления;

О – температура почвы под оголенной поверхностью;

Е – температура почвы под естественным покровом.

Значения ключей: 0 – восстановление выключено; 1 – восстановление включено.

40 признаков, расположенные в следующих 4 строках (позиции 9–18), предназначены для включения-выключения оценки точности восстановления следующих 40 характеристик (1 – включено, 0 – выключено):

1. Средняя скорость ветра в срок наблюдений f.
2. Максимальная скорость ветра за период между сроками F.
3. Срочная температура подстилающей поверхности Тп.
4. Минимальная температура подстилающей поверхности за период между сроками Тпм.
5. Максимальная температура подстилающей поверхности за период между сроками Тпх.
6. Температура воздуха в срок наблюдений по «сухому» термометру в психрометрической будке Т.
7. Минимальная температура воздуха за период между сроками наблюдений Тм.

8. Максимальная температура воздуха за период между сроками наблюдений T_x .
9. Парциальное давление водяного пара e .
10. Относительная влажность воздуха U .
11. Дефицит упругости водяного пара def .
12. Температура точки росы T_d .
13. Атмосферное давление на уровне станции P .
14. Атмосферное давление на уровне моря P_o .
15. Величина барической тенденции p .
16. Температура почвы под оголенной поверхностью на глубине 5 см – T_5 .
17. Температура почвы под оголенной поверхностью на глубине 10 см – T_{10} .
18. Температура почвы под оголенной поверхностью на глубине 15 см – T_{15} .
19. Температура почвы под оголенной поверхностью на глубине 20 см – T_{20} .
20. Температура почвы под естественным покровом на глубине 2 см – T_{002} .
21. Температура почвы под естественным покровом на глубине 5 см T_{005} .
22. Температура почвы под естественным покровом на глубине 10 см T_{010} .
23. Температура почвы под естественным покровом на глубине 15 см T_{015} .
24. Температура почвы под естественным покровом на глубине 20 см T_{020} .
25. Температура почвы под естественным покровом на глубине 40 см T_{040} .
26. Температура почвы под естественным покровом на глубине 80 см T_{080} .
27. Температура почвы под естественным покровом на глубине 120 см T_{120} .
28. Температура почвы под естественным покровом на глубине 160 см T_{160} .
29. Температура почвы под естественным покровом на глубине 240 см T_{240} .
30. Температура почвы под естественным покровом на глубине 320 см T_{320} .

31. Температура воздуха по термографу в часы, соответствующие срокам наблюдений Те.

32. Температура воздуха по термографу в часы, предшествующие срокам наблюдений Те-.

33. Температура воздуха по термографу в часы, следующие за сроками наблюдений Те+.

34. Максимальная за сутки температура воздуха по термографу Тгх.

35. Минимальная за сутки температура воздуха по термографу Тгм.

36. Относительная влажность воздуха по гигрографу в часы, соответствующие срокам наблюдений Уе.

37. Относительная влажность воздуха по гигрографу в часы, предшествующие срокам наблюдений Уе-.

38. Относительная влажность воздуха по гигрографу в часы, следующие за сроками наблюдений Уе+.

39. Максимальная за сутки относительная влажность воздуха по гигрографу Угх.

40. Минимальная за сутки относительная влажность воздуха по гигрографу Угм.

В таблицу оценки точности восстановления заносятся сведения по тем характеристикам, которым соответствует значение признака 1.

Заключение

Таким образом, активное использование внешнего файла управления контролем и обработкой в системе ПЕРСОНА МИС AKRITS.MIS предоставляет следующие возможности:

СПОМОЩЬЮ ДАННОГО ФАЙЛА МОЖНО (0 – выключить, 1 – включить) :

1. Настроить матрицу включения-выключения каждого из критериев 001–199 семантического контроля 1-го уровня (Включение критериев).

2. Отключить одним ключом (Ключ К) эту матрицу, перейдя на режим по умолчанию, при котором включены все критерии.

3. Настроить матрицу включения-выключения любого из блоков входного сообщения (Вкл. блок.), не забывая позаботиться при этом о перерывах в наблюдениях по выключенным блокам.

4. Отключить ключом (Ключ Б) эту матрицу, перейдя на режим по умолчанию, при котором обрабатываются все блоки, имеющиеся во входном сообщении.

5. Отключить ключами Y и E вывод результатов синтаксического и 1-го уровня семантического контроля полностью.

6. Отключить ключами y и e вывод строк со сведениями об ошибках в таблицах синтаксических и семантических ошибок. Заголовки и шапки таблиц выводятся.

7. Настроить таблицу предельных и критических значений характеристик для ряда критериев семантического контроля на значения, характерные для отдельных станций или группы станций (Мин., Макс.).

8. Отключить одним ключом (Ключ П) эту таблицу, перейдя на режим по умолчанию, при котором используются значения, приведенные в описании контроля.

9. Настроить матрицу вывода в таблицу результатов контроля дополнительных сведений (значений контролируемых элементов) по любому из критериев семантического контроля 1-го уровня (Вывод доп. свед.).

10. Отключить одним ключом (Ключ д) эту матрицу, перейдя на режим по умолчанию, при котором ни по одному из критериев дополнительные сведения в таблицу результатов контроля не выдаются.

11. Настроить строку признаков вывода на экран вспомогательных характеристик (Вспом):

а) идентификатора и наименования станции (И);

б) УПХ формата Int*4 (У);

в) УПХ формата Int*2 (первые 50 хар-к) (y1); /

г) УПХ формата Int*2 (последние 50 хар-к) (y2); | Только под управлением DOS;

д) месячные данные (М). /

12. Отключить одним ключом (Ключ в) эту строку, перейдя на режим по умолчанию, при котором никакие вспомогательные характеристики не выводятся (только под упр. DOS).

13. Настроить строку включения пауз после вывода каждой из групп вспомогательных характеристик, перечисленных в пункте 9 (Вспом паузы) (только под упр. DOS).

14. Отключить одним ключом (Ключ п) эту строку, перейдя на режим по умолчанию, при котором никакие паузы не предусмотрены (только под упр. DOS).

15. Включить ключами (Ключ ОХ) вывод на экран обобщенных данных с признаками качества для стр. 6, 7, 8, 9 (две порции), 12, 13, 14, 15–16 ТМС, исходных и обобщенных (обработанных) данных плювиографа (стр.17 ТМС) во 2-м этапе (PERSONA2) (только под упр. DOS).

16. Переопределить (или оставить неизменным) признак системы отсчета времени наблюдений, он же – признак географического расположения станции – J, на время обработки.

17. Настроить шкалу включения-выключения блоков восстановления по ряду групп метеозлементов (ГПВВСРОЕ) (обозначения в скобках см. в описании настройки).

18. Отключить одним ключом (в=0) эту шкалу, перейдя на режим по умолчанию, при котором предусмотрено восстановление всех групп элементов. Установить или отменить с помощью этого же ключа (в=2, в=1) режим принудительного восстановления забракованных данных по температуре воздуха и температуре подстилающей поверхности в программе 1-го этапа (синтаксис и семантика-1).

19. Настроить матрицу включения-выключения блоков оценки точности восстановления забракованных данных по 40 характеристикам (см. описание программы восстановления).

20. Задать формат результатов обработки данных программой 1-го этапа (синтаксис и семантика-1) в папке RES: Ф=1-ПЕРСОНА-ВНУТР, Ф=2-ЯОД ПЭВМ, Ф=3-ЯОД ЕС на ПЭВМ.

21. Использовать во входном сообщении символы \$*#@#, альтернативные символам Э, Ю, Ш, Щ (э, ю, ш, щ), или задать вместо них другие альтернативные символы.

22. Снять защиту от несанкционированного распространения системы – символ «Н»(кирилл.).

23. Установить принудительную запись массива в папку RES, независимо от наличия в массиве синтаксических ошибок – символ «Д».

24. Настроить систему на обработку данных УГМС с номером 06 Литовской Республики – символ «L», или – Калининградского ЦГМС – символ «K»(лат.).

25. Установить систему кодировки символьной информации только в системе под управлением WINDOWS (W – WIN, D – DOS) (только авторами программ с целью отладки).

26. Установить режим обработки архивных данных (ТММ-1) с измененными значениями некоторых критериев семантического контроля 1-го уровня только под управлением DOS – символ «П».

Список литературы

1. Шаймарданов М.З., Пуголовкин В.В. Автоматизированные системы и технологии сбора, обработки и накопления данных гидрометеорологических наблюдений // СПб.: Гидрометеоиздат. Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2002. С. 100 – 144.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА СОЗДАНИЯ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ФОРМИРОВАНИЯ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ЕЖЕГОДНИКА НА БАЗЕ АРМАГРОМЕТЕОРОЛОГА-НАБЛЮДАТЕЛЯ

В перечень информационных материалов по агрометеорологии, подготавливаемых на регулярной основе, в качестве основного отчетного режимного документа входит агрометеорологический ежегодник. Агрометеорологический ежегодник является 1-й серией Научно-прикладного справочника по агроклиматическим ресурсам России, издаваемого с целью создание и ведение агрометеорологического мониторинга для информационного обеспечения аграрного сектора экономики. Он является одним из наиболее удобных видов представления, накопления и хранения агрометеорологических данных. В ежегодник помещаются данные всех видов наблюдений, проводимых в соответствии с РД 52.33.217-99 [4], и за всеми сельскохозяйственными объектами, за которыми проводятся наблюдения на станциях и постах каждого ЦГМС или УГМС.

Для получения таблиц ежегодника производится обработка и обобщение данных каждого наблюдательного пункта за сельскохозяйственный год по определенным условиям и ключевым параметрам (наблюдательный пункт, год проведения наблюдений, период, за который обрабатываются данные, культура, вид наблюдений и т.д.). Производятся расчеты средних декадных, годовых, экстремальных значений агрометеорологических показателей, выборки значений параметров в определенные периоды развития сельско-хозяйственных объектов.

Для каждой культуры и других сельскохозяйственных объектов составляются таблицы с результатами всех видов наблюдений, предусмотренных РД 52.33.217-99 [4]. Составляется агрометеорологический обзор агрометеорологических условий роста и развития культур.

Содержание, структура и порядок формирования агрометеорологического ежегодника (АМЕ) регламентируются «Методическими указаниями по составлению таблиц агрометеорологического ежегодника» [2, 3]. В этом документе размещены макеты таблиц,

описаны правила формирования параметров, включаемых в таблицы ежегодника, определен период, за который производится выборка и обобщение данных, требования к способу осреднения, выборке экстремумов, описаны правила составления годового обзора.

В настоящее время в ЦГМС и УГМС функционирует технология автоматизированной обработки текущей агрометеорологической информации и формирования таблиц агрометеорологического ежегодника, которая реализуется комплексами AMFD2 [1] и AGRO в OS DOS (разработка 1990–1992 гг.). Одной из функций технологии является ручной ввод в ПК первичных данных наблюдений в отделах агрометеорологии ЦГМС (УГМС). Таблицы ежегодника формируются по устаревшим макетам Методических указаний издания 1988 года [2].

Новая технология создается для новых макетов, разработанных в ГУ «ВНИИСХМ» [3] и на основе Базы данных первичных наблюдений (БПД), и Базы данных отчетов (БДО) АРМ агрометеоролога-наблюдателя (ARMAGRO) [5–7] на современной операционной основе. Последующее внедрение ее позволит полностью исключить ручное занесение в ПК первичных данных наблюдений в ЦГМС и УГМС. Переход на современную операционную основу будет способствовать повышению оперативности формирования, полноты и качества режимной агрометеорологической продукции.

Формирование агрометеорологического ежегодника является одной из главных функций агрометеоролога-специалиста ЦГМС и УГМС и требует реализации следующих этапов:

- сбор созданных средствами ARMAGRO баз первичных данных наблюдений (БПД) и баз данных отчетов (БДО) с пунктов наблюдений;
- критический анализ и автоматизированный контроль данных (синтаксический, смысловой, пространственный и т.п.), обеспечение полноты и качества данных;
- создание Базы данных агрометеорологического ежегодника (БДАМЕ), обеспечивающей информационную, справочную и сервисную основу для формирования ежегодника;
- импорт присланных со станций и постов массивов файлов БПД и БДО и последующее их слияние в базе БДАМЕ по территории ЦГМС (УГМС);

- поддержание работы базы данных ежегодника – БДАМЕ;
- на основе данных базы БДАМЕ обработку данных по принятым методикам и формирование таблиц агрометеорологического ежегодника;
- методическое обеспечение и методическое руководство наблюдательными пунктами в диалоговом режиме;
- компоновку и передачу файлов с данными ежегодника в ГУ «ВНИИСХМ» и ГУ «ВНИИГМИ-МЦД» в электронном виде;
- формирование ЯОД-файла с данными ежегодника;
- компоновку и передачу в Госфонд (ГУ «ВНИИГМИ-МЦД») ЯОД-файлов с данными ежегодника и таблиц ежегодника в электронном виде.

Схема формирования агрометеорологического ежегодника на базе ARMAGRO отражена на рис. 1.

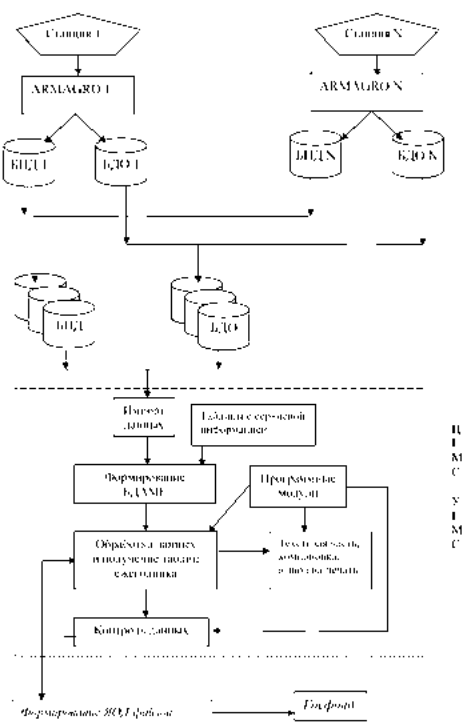


Рис. 1. Схема формирования ежегодника и ЯОД-файлов на базе ARMAGRO

В процессе получения ежегодника участвуют оперативно-производственные подразделения Росгидромета: станции (посты), областные центры по гидрометеорологии (ЦГМС), территориальные управления (УГМС).

Накопление и организация для долговременного хранения таблиц ежегодника в ЯОД-форматах осуществляется Госфондом. Функциональная схема и средства, необходимые для формирования ежегодника, представлены на рис. 2.

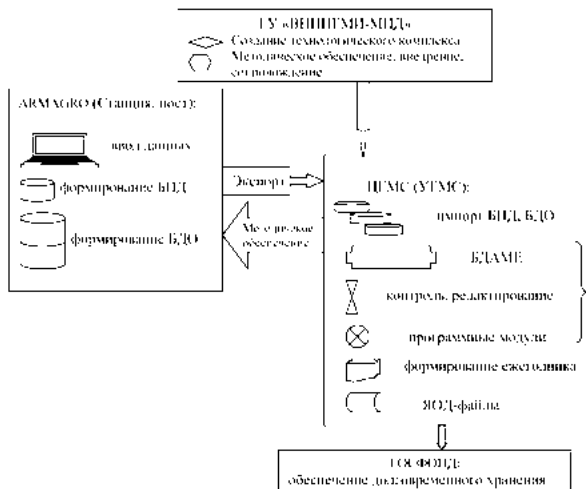


Рис. 2. Функциональная схема создания агрометеорологического ежегодника

Для создания технологии формирования агрометеорологического ежегодника требуется:

- разработка методической и теоретической основы;
- разработка программно-технологического комплекса;
- разработка алгоритмов формирования таблиц ежегодника;
- подготовка информационного обеспечения – Базы данных агрометеорологического ежегодника (БДАМЕ), включающей справочную, сервисную и информационную базы, а также служащей для размещения сформированных таблиц ежегодника.

База исходных данных и в значительной степени справочная, и сервисная составляющие базы БДАМЕ должны формироваться из массивов данных БПД и БДО АРМ агрометеоролога-наблюдателя [7]. Принцип ее формирования представлен на рис. 3.

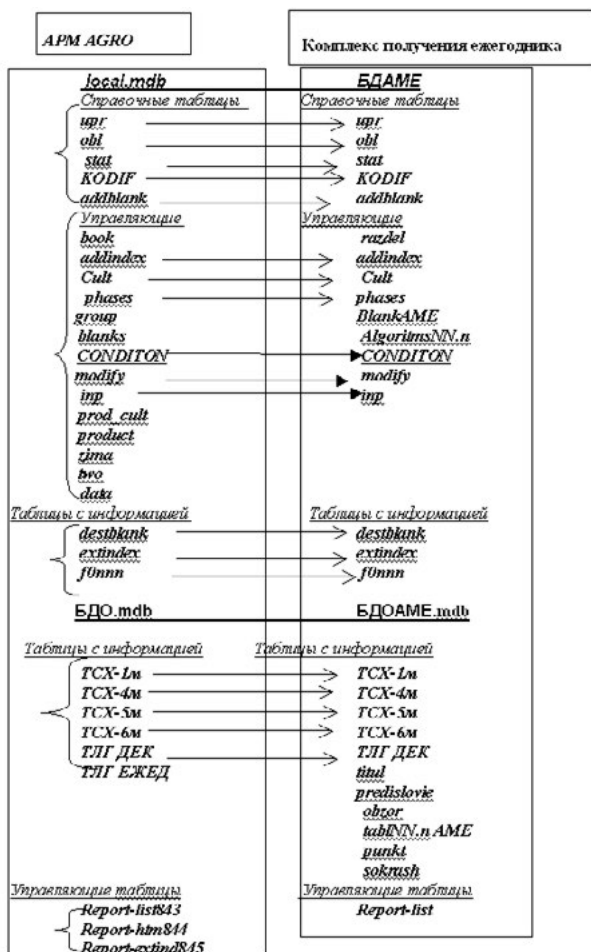


Рис. 3. Формирование БДAME с использованием БПД и БДО АРМ агрометеоролога-наблюдателя

Таблицы с сервисной справочной информацией составляются на базе таблиц БПД агрометеоролога-наблюдателя, но дополняются необходимыми для обобщений по территории ЦГМС или УГМС сведениями. Значительная часть таблиц с сервисной управляющей информацией разрабатывается только для целей формирования ежегодника.

Для разработки программ создания таблиц подготавливаются описания алгоритмов формирования для каждой таблицы ежегодника. Подготовка алгоритма заключается в формализованном описании условий формирования для каждого параметра каждой таблицы ежегодника. Весь набор таблиц ежегодника (206 форм) подразделен на 20 типов. Для каждого типа таблиц разрабатывается типовой алгоритм в виде таблицы базы данных. Описание условий в каждом типе таблиц имеет свои правила и структуру. Для каждой из 206 форм таблиц ежегодника составляется описание в соответствии с ее типом. Комплект описателей для получения каждой таблицы ежегодника представляется в виде таблиц БДАМЕ и используется для программирования таблиц.

Ниже в качестве наглядного примера приведен алгоритм формирования таблицы 10.1 агрометеорологического ежегодника.

Алгоритм формирования таблицы 10.1 «Дата посева, массового наступления фаз развития, уборки урожая и общая оценка состояния озимых культур»

	<i>blank_outE</i>	<i>col_outE</i>	<i>form_in</i>	<i>col_in</i>	<i>str_in</i>	<i>Условие1</i>
1	<i>form 10-1</i>	1	<i>destblank</i>	<i>stat</i>		
2	<i>form 10-1</i>	2	<i>extindex</i>	<i>val</i>	<i>index=13</i>	
3	<i>form 10-1</i>	3	106	6		
4	<i>form 10-1</i>	4	108	1	<i>col 4=10</i>	
5	<i>form 10-1</i>	5	108	1	<i>col 4=00</i>	
6	<i>form 10-1</i>	6	108	1	<i>col 4=01</i>	<i>col 5=50</i>
7	<i>form 10-1</i>	7	108	2	<i>col 4=01</i>	<i>col 5=50</i>
8	<i>form 10-1</i>	8	108	1	<i>col 4=02</i>	
9	<i>form 10-1</i>	9	108	2	<i>col 4=02</i>	
10	<i>form 10-1</i>	10	108	1	<i>col 4=13</i>	<i>col 5≥50</i>
11	<i>form 10-1</i>	11	108	2	<i>col 4=13</i>	<i>col 5≥50</i>
12	<i>form 10-1</i>	12	108	1	<i>col 4=03</i>	<i>col 5≥50</i>
13	<i>form 10-1</i>	13	108	2	<i>col 4=03</i>	<i>col 5≥50</i>
14	<i>form 10-1</i>	14	108	1	<i>col 4=17</i>	
15	<i>form 10-1</i>	15	108	1	<i>col 4=18</i>	
34	<i>form 10-1</i>	16	<i>destblank</i>	<i>stat</i>		
35	<i>form 10-1</i>	17	<i>extindex</i>	<i>val</i>	<i>index=13</i>	
36	<i>form 10-1</i>	18	108	1	<i>col 4=04</i>	<i>col 5≥50</i>
37	<i>form 10-1</i>	19	108	2	<i>col 4=04</i>	<i>col 5≥50</i>
38	<i>form 10-1</i>	20	108	1	<i>col 4=19</i>	<i>col 5≥50</i>

	<i>blank_outE</i>	<i>col_outE</i>	<i>form_in</i>	<i>col_in</i>	<i>str_in</i>	<i>Условие1</i>
39	<i>form 10-1</i>	21	108	2	<i>col 4=19</i>	<i>col 5≥50</i>
40	<i>form 10-1</i>	22	108	1	<i>col 4=05</i>	<i>col 5≥50</i>
41	<i>form 10-1</i>	23	108	2	<i>col 4=05</i>	<i>col 5≥50</i>
42	<i>form 10-1</i>	24	108	1	<i>col 4=06</i>	<i>col 5≥50</i>
43	<i>form 10-1</i>	25	108	2	<i>col 4=06</i>	<i>col 5≥50</i>
44	<i>form 10-1</i>	26	108	1	<i>col 4=07</i>	<i>col 5≥50</i>
45	<i>form 10-1</i>	27	108	2	<i>col 4=07</i>	<i>col 5≥50</i>
46	<i>form 10-1</i>	28	108	1	<i>col 4=08</i>	<i>col 5≥50</i>
47	<i>form 10-1</i>	29	108	2	<i>col 4=08</i>	<i>col 5≥50</i>
48	<i>form 10-1</i>	30	108	1	<i>col 4=09</i>	<i>col 5≥50</i>
49	<i>form 10-1</i>	31	108	2	<i>col 4=09</i>	<i>col 5≥50</i>
50	<i>form 10-1</i>	32	108	1	<i>col 4=80</i>	
51	<i>form 10-1</i>	33	110	4	<i>col 2=160</i>	
52	<i>Form 10-1</i>	34	108	1	<i>col 4=90</i>	

На рис. 4 представлена схема формирования таблиц ежегодника на базе БПД, БДО и управляющих таблиц БДАМЕ.

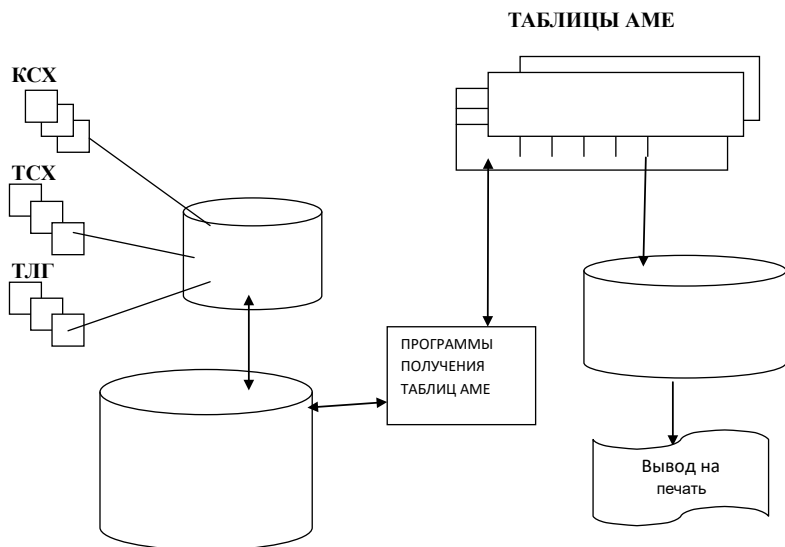


Рис. 4. Схема формирования таблиц агрометеорологического ежегодника

Программный комплекс разрабатывается на базе АРМ агрометеоролога-наблюдателя (для OS Windows на языках программирования Delphi, SQL, HTML, Java-Script с использованием СУБД MS Access) по принципу наращивания комплекса ARMA-GRO сервисными, алгоритмическими и программными средствами для формирования таблиц ежегодника. Программными модулями должно обеспечиваться выполнение всех функций по формированию агрометеорологического ежегодника:

- интерфейс взаимодействия с ПК;
- импорт экспортированных со станций и постов баз первичных данных БПД и баз данных отчетов БДО и формирование базы данных по территории центра;
- формирование информационной и сервисной составляющих базы, обеспечивающей процесс формирования ежегодника – БДАМЕ;
- контроль данных;
- обработку данных по принятым и утвержденным методикам и алгоритмам;
- формирование агрометеорологических ежегодников;
- сбор, компоновку таблиц и текстовых разделов ежегодника;
- вывод на печать;
- подготовку перемещаемых файлов с таблицами ежегодника для передачи в ГУ «ВНИИСХМ»;
- подготовку перемещаемых файлов в форматах ЯОД для передачи в Госфонд (ГУ «ВНИИГМИ-МЦД»).

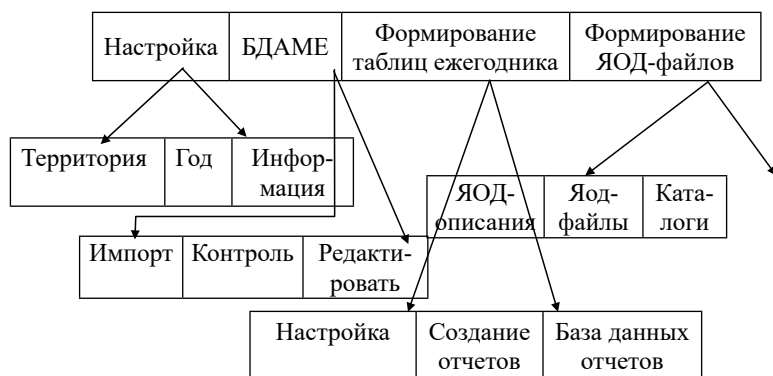
Поскольку ежегодник формируется по определенной территории, по определенным станциям и за какой-то один год (сельскохозяйственный или календарный), должны быть разработаны средства по предварительной настройке. При настройке задаются все необходимые ключевые параметры, позволяющие программам проводить поиск нужной для формирования конкретного ежегодника информации по заданным пунктам наблюдений и за заданный временной период. При этом должна быть разработана возможность проводить настройку на формирование ежегодника как по всей административной территории (УГМС, ЦГМС), так и по отдельным районам, а также по заданным спискам станций и постов.

Работа программного комплекса по формированию агрометеорологического ежегодника должна обеспечиваться главным и контекстными меню.

Меню должно формироваться по принципу наращивания главного меню АРМ агрометеоролога-наблюдателя опцией **Ежегодник**. Исходя из данного посыла, главное меню комплекса должно содержать следующие опции:

1. Настройка (пункт, год).
2. Ввод данных, Редактирование.
3. Контроль.
4. Отчеты.
5. Экспорт, Импорт.
6. Ежегодник.
7. Помощь.

В разделе меню **Ежегодник** должны вызываться последовательно контекстные меню:



Каждой опцией конкретного меню вызывается меню следующего порядка с набором панелей инструментов и рабочих окон для выполнения соответствующих действий по формированию отчетной продукции и баз данных для ее размещения и хранения.

Список литературы

1. Горбачев В.А., Романенко Л.И. Технология автоматизированной обработки текущей агрометеорологической информации // Труды ВНИИСХМ. 1994. Вып. 30. С. 103–118.
2. Методические указания по составлению агрометеорологического ежегодника. Л.: Гидрометеоиздат, 1988. 141 с.
3. Методические указания по составлению агрометеорологического ежегодника для земледельческой зоны РФ (проект). Обнинск: ГУ «ВНИИСХМ». 2008. 125 с.

4. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам, выпуск 11, часть 1, книга 1, книга 2. М.: Росгидромет, 2000. 630 с.
5. Пуголовкин В.В., Романенко Л.И. Автоматизированное рабочее место агрометеоролога-наблюдателя (АРМ агрометеоролога) // Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2002. Вып. 170. С. 102–106.
6. Пуголовкин В.В., Романенко Л.И., Смирнов Д.В., Згура А.Ю. Методические и программно-технологические решения при построении АРМ агрометеоролога-наблюдателя // Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2007. Вып. 172. С. 112–120.
7. Романенко Л.И., Пуголовкин В.В., Смирнов Д.В., Згура А.Ю. АРМ агрометеоролога-наблюдателя. Методические и программно-технологические решения // Труды ГУ «ВНИИСХМ». 2007. Вып. 36. С. 350–362.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА АРХИВАЦИИ СУДОВЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ, ПОСТУПАЮЩИХ В ЖУРНАЛАХ КГМ-15

Метеорологические наблюдения, проводимые штурманским составом на попутных судах, являются основным источником пополнения массивов судовой гидрометеорологической информации в Едином государственном фонде данных о состоянии окружающей природной среды (ЕГФД) [1–3]. С российской судовой наблюдательной сети эти наблюдения поступают во ВНИИГМИ-МЦД в виде телеграмм по ГСТ, а также в журналах КГМ-15 [4, 5]. Частично эти потоки пересекаются, частично дополняют друг друга.

Технологический процесс первичной обработки данных судовых метеорологических наблюдений, поступающих в журналах КГМ-15, состоит из трех основных этапов:

- 1) оцифровка таблиц журнала;
- 2) контроль данных на магнитном носителе;
- 3) архивация данных.

С целью автоматизации процесса в 1995 году была разработана АС МЕТЕОСИ [6], которая включает в себя специализированный текстовый редактор, модули контроля информации и формирования архивного файла. За прошедшие годы изменились технические условия, на сети была введена новая форма журнала наблюдений [5], а на ряде судов установлено программное обеспечение АРМ штурмана-метеоролога [5]. Кроме того, были внесены дополнительные элементы в формат архивного хранения данных [3], усовершенствованы алгоритмы контроля. Все это потребовало соответствующих доработок АС МЕТЕОСИ.

Действующее в настоящее время АРМ МЕТЕОСИ версии 2.1 предназначено для реализации технологического процесса первичной обработки судовых гидрометеорологических наблюдений, поступающих в журналах КГМ-15 старого и нового образцов, а также файлов наблюдений, подготовленных на судах средствами АРМ штурмана-метеоролога, обладает достаточно простым и доступным интерфейсом и предназначено для пользователя-непрограммиста.

Основные функции АРМ МЕТЕОСИ версии 2.1:

- 1) оцифровка записей наблюдений журналов КГМ-15;
- 2) контроль и редактирование записей наблюдений в формате строки журнала КГМ-15;
- 3) переформатирование записей наблюдений в формат архивного хранения «ИММТ2 - 2007»;
- 4) архивация, включающая следующие этапы обработки данных наблюдений: сортировка объединенной порции наблюдений в формате «ИММТ2 - 2007» по заданным ключам (номер пятиградусного квадрата, далее – в хронологическом порядке), формирование файла описания в соответствии с требованиями ЯОД [7] и описанием архива 9SH.

Кроме того, АРМ МЕТЕОСИ версии 2.1 предоставляет ряд дополнительных возможностей:

- 1) настройка программного обеспечения на работу с конкретными директориями;
- 2) настройка окна текстового редактора на конкретный вид входной информации;
- 3) дополнительная настройка параметров контроля величин скорости и направления ветра;
- 4) формирование и сохранение в рабочей папке протоколов контроля файлов судовых гидрометеорологических наблюдений;
- 5) автоматический учет журналов, прошедших этап переформатирования, исключающий возможность появления дублей в архивном файле.

Программное обеспечение АРМ МЕТЕОСИ версии 2.1 представляет собой ряд независимых консольных приложений, выполняемых под управлением единого интерфейса. Использование стандартных имен для входных данных повышает степень автоматизации при выполнении работ (поиск файлов и папок). Имена файлов выходных данных автоматически формируются на основе имен входных файлов. Выходные файлы помещаются в соответствующие папки, указанные в файле настроек.

Файлы судовых гидрометеорологических наблюдений, полученные после оцифровки журнала, однозначно идентифицируются именами вида: <позывные судна>г1м1_г2м2.txt, где г1 – две последние цифры номера года первого наблюдения, м1 – номер месяца первого наблюдения, г2 – две последние цифры номера года последнего наблюдения, м2 – номер месяца последнего

наблюдения. Позывные судна могут содержать произвольное количество символов (латинских букв и цифр), например: UCAB0708_0712.txt. На рис. 1 показан вид экрана в начале обработки журнала.

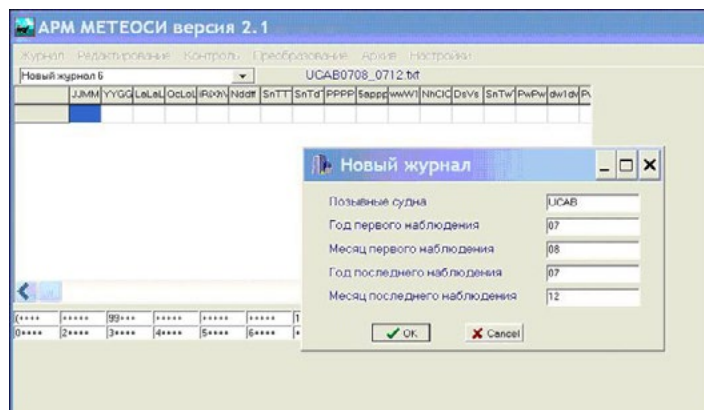


Рис. 1. Форма для идентификации журнала

Текстовый редактор APM METEOSI версии 2.1 реализован в виде таблицы, каждая колонка которой соответствует пятизначной или шестизначной группе строки журнала. Последовательность и размерность колонок автоматически изменяется в соответствии с выбранным типом исходного документа.

Для ввода информации предназначена специальная строка (рис. 2). В каждой группе этой строки проставлены служебные символы кода [8], которые автоматически пропускаются при вводе данных. В пределах группы можно перемещаться с помощью клавиш управления курсором. Переход к следующей группе происходит автоматически при заполнении предыдущей группы или с помощью клавиши «Tab». Можно начать ввод с любой разрешенной позиции любой группы, «кликнув» на ней левой кнопкой мыши. Переход к следующей строке осуществляется автоматически при достижении последнего символа в предыдущей строке, или нажатием клавиши «ENTER». При этом введенная строка добавляется к строкам в окне для отображения, а строка ввода очищается и готовится к вводу следующего наблюдения. Возможность вставки и удаления строк обеспечивается с помощью соответствующих пунктов в меню «Редактирование».

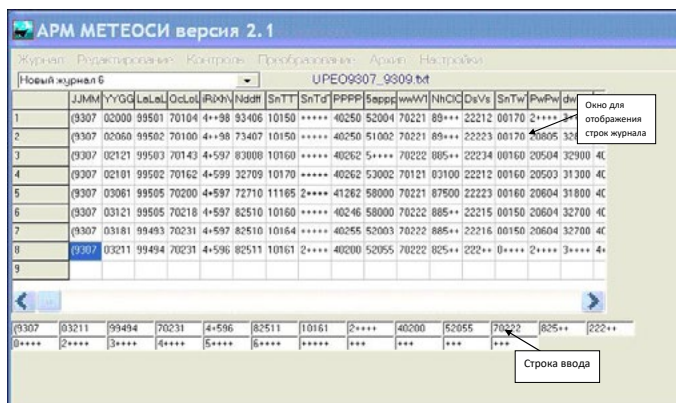


Рис. 2. Окно текстового редактора

Текстовый редактор АРМ МЕТЕОСИ исключает возможность синтаксических ошибок, связанных с нарушением структуры строки и вводом недопустимых символов. На магнитном носителе формируется текстовый файл, каждая запись которого соответствует одной строке журнала. Оператор видит на экране копию страницы журнала, что существенно облегчает визуальный просмотр содержания на последующих этапах контроля и редактирования оцифрованных данных.

Модуль контроля АРМ МЕТЕОСИ версии 2.1 в полном объеме реализует методы контроля качества данных, рекомендованные ВМО [9,10], и некоторые дополнительные алгоритмы, использовавшиеся в предыдущих версиях систем первичной обработки судовых метеорологических наблюдений [11], а именно:

- 1) проверка координат наблюдений на принадлежность их Мировому океану;
- 2) совместный контроль данных о текущей погоде (WW), видимости (VV) и количестве облаков нижнего или среднего ярусов (Nh);
- 3) совместный контроль значений высоты основания облачности (h), общего количества облаков (N), Nh и форм облаков на нижнем (Cl), среднем (Cm) и верхнем (Ch) ярусах;
- 4) контроль направления и скорости истинного ветра на основании наблюдаемого ветра, курса и скорости судна;
- 5) совместный контроль высоты ветровых волн и скорости истинного ветра;

б) контроль температуры воздуха на климатические пределы в зависимости от координат и месяца наблюдения.

Файлы с исходными записями наблюдений поступают на вход модуля контроля, который выделяет из записи отдельные элементы наблюдения, преобразует их в двоичный вид, проверяет и присваивает каждой величине признак качества.

Пользователю предоставляется возможность просмотреть протокол работы программ контроля и исправить допущенные ошибки, в противном случае информация поступит в архив с признаками качества, указывающими на ее некорректность.

Самыми грубыми считаются ошибки в призначных частях записей (место и время проведения наблюдения). Эти ошибки нужно обязательно исправить, используя текстовый редактор, либо удалить соответствующие записи, если нет возможности внести исправления. Файлы, содержащие такие ошибки, не допускаются к дальнейшей обработке. Журналы, в которых не обнаружено грубых ошибок, сохраняются на диске во временных двоичных файлах. Записи этих файлов содержат полный набор метеорологических параметров, входящих в состав записи журнала КГМ-15, в виде целых двоичных чисел и признаки качества, соответствующие каждому параметру.

При контроле параметров ветра по умолчанию считается, что направление наблюдаемого ветра измерено от меридиана. Эту установку можно изменить, выбрав пункт меню «Контроль»-> «Способ измерения направления ветра», и в открывшемся окне отметить нужный вариант. Окно закроется автоматически после выбора варианта.

Для проведения контроля данных журнала его нужно открыть и выбрать пункт меню «Контроль»-> «Проверить журнал». По окончании работы программы контроля на экран выводится протокол с обнаруженными ошибками (рис. 3).

При выделении строки в протоколе ошибок автоматически выделяется строка журнала и группа, в которой эта ошибка была допущена. Эта же строка журнала отображается в строке ввода, что позволяет ее сразу отредактировать (рис. 3).

Проконтролированные наблюдения (журнал или несколько журналов) можно преобразовать в формат архивного хранения. Для этого нужно выбрать пункт меню «Преобразование»-> «Преобразовать». На экран выводится диалоговое окно реформирования (рис. 4).

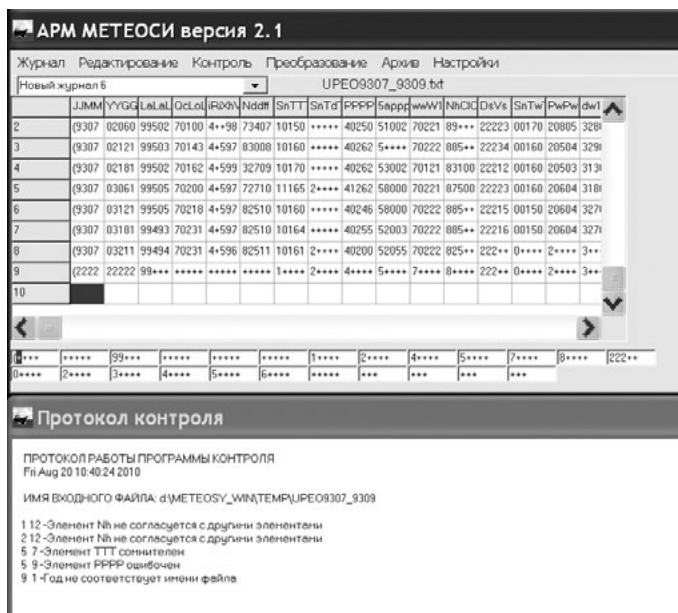


Рис. 3. Вид экрана после контроля данных журнала



Рис. 4. Преобразование файлов-журналов в формат архивного хранения

Кнопка «Обзор» дает доступ к папке временных файлов, в которую попадают двоичные файлы, полученные после контроля журналов всех типов. В стандартном диалоговом окне открытия файлов допускается групповое выделение любого количества имен. Файлы, прошедшие переформатирование, помечаются символом «_» в начале имени и в дальнейшем автоматически отсеиваются из списка на переформатирование.

Каждое наблюдение, преобразованное в формат «IMMT2 - 2007», дописывается в конец файла shipdata, хранящегося в папке для временных файлов. Протокол процесса переформатирования имеет имя shipdata.lst и сохраняется в папке служебных файлов. В него заносится имя каждого переформатированного файла с пометкой о результатах выполнения операции.

Для архивации накопленного файла наблюдений нужно выбрать пункт меню «Архив». Созданный в результате архивный файл 9SHnnn (где nnn – очередной номер магнитной ленты архива 9SH), а также файл описания fdship помещаются в папку, предназначенную для архивных файлов, и передаются на хранение в ЕГФД.

Для успешного функционирования АРМ МЕТЕОСИ необходимо наличие ПЭВМ стандартной конфигурации, операционная система Windows 98, 2000, NT, XP. Объем памяти на жестком диске должен позволить разместить: программное обеспечение объемом 1,5 Мб, информационные файлы – около 60 тысяч наблюдений в год, что при длине записи наблюдения в 120 байт составляет около 8 Мб, служебные и временные файлы ПК – в объеме около 16 Мб в год.

Разработанная автоматизированная система обработки судовой метеорологической информации, поступающей на бумажных носителях, позволяет комплексно решать все этапы подготовки данных к архивации, улучшает методы контроля, оперативность и вариантность обработки в зависимости от типа исходного источника наблюдений, доступность к оцифрованным файлам. Небольшие запросы АРМ в плане ресурсов позволяют вести быструю и качественную подготовку архивных файлов как для пополнения массивов судовой гидрометеорологической информации в ЕГФД, так и для осуществления задач по международному обмену судовыми наблюдениями.

Список литературы

1. Сборник форматов записи океанографических параметров. Часть 2. Исходные и расчетные данные. Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД. 1983. 137 с.
2. Ульянич И.Г., Юдин К.Б., Кракановская Е.М., Калинина Н.Н. Новая версия массива судовой метеорологической информации // Труды ВНИИГМИ-МЦД. 1990. Вып. 151. С. 65–73.
3. Описание архива МОРМЕТ-2006. Инв. № 91. Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2006. 38 с.
4. РД-52.04.585-97. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 9. Гидрометеорологические наблюдения, проводимые штурманским составом на морских судах. СПб.: Гидрометеиздат, 1997.
5. РД-52.04.663-2005. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 9. Часть II. Книга 3. Общие требования к программному обеспечению первичной обработки и архивации результатов судовых наблюдений гидрометеорологических, актинометрических величин. СПб.: Гидрометеиздат, 2005. 105 с.
6. Автоматизированная система архивации морских метеорологических наблюдений, поступающих в журналах КГМ-15 / Ю.Н. Коломиец, В.Н. Попова, Е.М. Кракановская, С.М. Сомова, Г.М. Назарова // Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2000. Вып. 166. С. 141–150.
7. Веселов В.М. Язык описания гидрометеорологических данных для IBM PC совместимых ПЭВМ // Труды ВНИИГМИ-МЦД. 1996. Вып. 160.
8. Код для передачи данных гидрометеорологических наблюдений с наземных и морских наблюдательных станций, КН-01 (международная форма FM 12-VII SHIP). Л.: Гидрометеиздат, 1981. 72 с.
9. Сокращенный окончательный отчет Десятой сессии ВМО. Комиссия по морской метеорологии. Париж, 8–17 февраля 1989 г. ВМО–№ 716. Женева, 1989. С. 108.
10. Annex 2 to Recommendation 9/3 (JCOMM-II). Amendments to the Manual on Marine Meteorological Services and Guide to Marine Meteorological Services. Minimum Quality Control Standards MQCS-V (Version 5). Joint WMO/IOC technical Commission for Oceanography and Marine Meteorology (JCOMM). Second session. Halifax, Canada, 19–27 September 2005.
11. О контроле качества судовой метеорологической информации / Е.М. Кракановская, И.Г. Ульянич // Труды ВНИИГМИ-МЦД. 1990. Вып. 151. С. 116–120.

*А.О. Агуренко, Л.И. Георгиева, Т.В. Руденкова,
А.А. Тимофеев, А.В. Хохлова*

СПУТНИКОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ТЕМПЕРАТУРЕ ПОВЕРХНОСТИ ОКЕАНА ИЗ СЕТИ ГСТ: АРХИВАЦИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Общая схема обработки спутниковых данных из сети ГСТ

С 2006 года по каналам связи во ВНИИГМИ-МЦД из сети ГСТ (Глобальная система телесвязи) поступают и записываются спутниковые данные в международных кодах Всемирной метеорологической организации (ВМО) FM [1]. Это следующие виды информации:

- интерпретация спутниковых данных об облачности;
- дистанционное аэрологическое зондирование со спутника;
- наблюдение за облачностью;
- параметры тропического циклона;
- наблюдения излучения безоблачной атмосферы;
- наблюдения за влажностью;
- наблюдения за температурой морской поверхности;
- ветер и температура облаков.

В настоящее время данные не обрабатываются оперативным путем, поэтому их обработка организована в пакетном режиме через FTP-сервер. Данные суточными или 6-часовыми порциями записываются в файлы, находятся в течение нескольких суток на FTP-сервере, после чего сбрасываются на картриджи. Суточный объем информации составляет 15–20 Мб. Сводки поступают в четырех кодовых формах SATOB, SATEM, SARAD, SAREP [1]. Внутри файла собраны все виды поступающих сводок.

В течение 2006–2009 гг. был выполнен цикл работ для архивации и использования спутниковой информации из сети ГСТ, при этом в первую очередь внимание было уделено данным по температуре поверхности океана (ТПО). В результате обработки данные по ТПО заносятся в базу данных Единой информационной системы об обстановке в Мировом океане (ЕСИМО) как информационный ресурс, параллельно с этим записываются в файлы в соответствии

с разработанным описанием массива. В настоящее время массив спутниковых данных по ТПО является опытным.

Общая схема обработки данных приведена на рис.1.



Рис. 1. Общая схема обработки спутниковых данных по температуре поверхности океана

Ниже в статье приведено краткое описание технологических процедур обработки с данными по температуре поверхности океана для архивации и записи в Базу данных ЕСИМО.

Архивация спутниковых данных по ТПО

Описание массива спутниковых данных о температуре поверхности океана SATOBT. Для создания массива спутниковых данных по температуре поверхности океана был разработан проект описания массива и созданы специальные программные средства для обработки данных и записи в структурированные файлы. Массив данных SATOBT содержит данные спутниковых наблюдений за приземной температурой в точках квадратов $10 \times 10^\circ$, поступающие по каналам связи в кодовой форме BMO FM 88 SATOB [1]. Массив создается в формате Языка описания гидрометеорологических данных (ЯОД), принятом во ВНИИГМИ-МЦД для архивации гидрометданных [2]. Файл данных построен в соответствии с ЯОД-описанием, предшествующим каждому смысловому файлу. Массив спутниковых данных SATOBT является расширяющимся с месячным пополнением данных. В качестве носителя в будущем предполагается ленточная библиотека на картриджах. Схема обработки данных для архивации приведена на рис. 2.

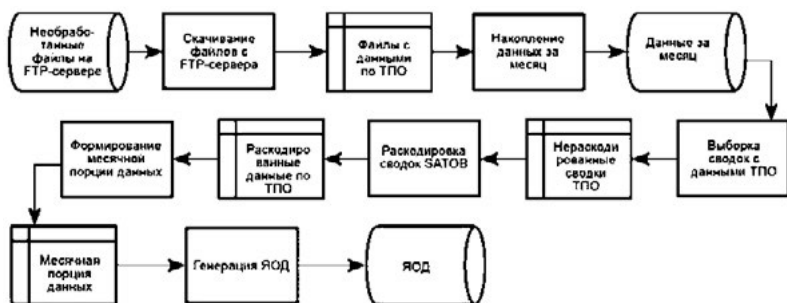


Рис. 2. Схема обработки данных для архивации

Массив SATOBT является символьным, содержит числовые и текстовые значения величин. Данные в массиве хранятся в формате FC(w[,d[,s]]). Это символьный формат для представления целых чисел и чисел с десятичной точкой в коде ASCII [1]. Одно сообщение SATOV представлено записью переменной длины СВОДКА. Запись содержит данные по температуре морской поверхности, поступившие в одном сообщении SATOV по каналам связи. Запись состоит из постоянной и переменной частей. Состав и описание элементов записи СВОДКА приведены в табл. 1 – 3. Постоянная часть записи включает элементы:

- ‘Длина записи’;
- ‘Указатель спутника’;
- ‘Год’;
- ‘Месяц’;
- ‘Число месяца’;
- ‘Время наблюдений, часы и минуты’;
- ‘Порядковый номер записи’;
- ‘Счетчик повторений групп КВАДРАТ’;
- ‘Указатель центра поставщика/ производителя’;
- ‘Указатель подцентра поставщика/ производителя’;
- ‘Номер Международного центра, выпускающего сообщение’;
- ‘Указатель географического района’;
- ‘Резерв’;
- ‘Конец строки’.

Длина постоянной части записи составляет 40 байт.

Таблица 1

Описание состава постоянной части записи СВОДКА

№	Элемент	Условное название (мнемокод)	Описание элемента
1	2	3	4
1	Длина записи	ДЛЗАП	4 символа: 0000...9999. Длина записи.
2	Указатель спутника	СПУТНИК	3 символа: цифры кода от 000 до 999 – указатель спутника. Общая кодовая таблица С–5 [4]. Четные децили указывают полярно-орбитальные спутники, а нечетные – геостационарные спутники.
3	Год	ГОД	4 символа– цифры: от 0000 до 9999, год.
4	Месяц	МЕСЯЦ	2 символа– цифры: от 01 до 12, номер месяца в году.
5	Число месяца	ДЕНЬ	2 символа: 01...31, число месяца.
6	Время наблюдений, часы и минуты	СРОК	4 символа. Первые 2 символа – часы (00...23), вторые 2 символа– минуты (00...59). Время наблюдений по МСВ.
7	Порядковый номер записи	НЗАП	2 символа: 1...99. Порядковый номер записи СВОДКА для данного времени наблюдений спутника.
8	Счетчик повторений групп КВАДРАТ	СЧКВАДР	2 символа: 1...99. Указывает количество экземпляров группы КВАДРАТ (количество ‘номеров квадратов ‘ 10x10°) в записи. 1 – есть 1 группа КВАДРАТ ... 99 – есть 99 групп КВАДРАТ.
9	Указатель центра поставщика/производителя	СТРАНА	3 символа: цифры кода от 000 до 999 – идентификация центра поставщика/ производителя продукции. Общая кодовая таблица С–1 [4].

Продолжение табл. 1

№	Элемент	Условное название (мнемокод)	Описание элемента
1	2	3	4
10	Указатель подцентра поставщика/ производителя	ПОДЦЕНТР	3 символа – цифры кода от 000 до 999 – идентификация подцентра поставщика/ производителя продукции. Если подцентр не закодирован, то указатель подцентра представлен как пробелы.
11	Номер Международного центра, выпускающего сообщение	МЦЕНТР	4 символа. Четырехбуквенный номер Международного центра, выпускающего сообщение, например: KWBC.
12	Указатель географического района	УКГЕОГР	1 символ. Указатель географического района. Таблица С3 [5]. Буквы кода: А, В, С, D, E, F, G, H, I, J, K, L, N, S, T, X. А – 0° – 90° з. д. Северного полушария В – 90° з. д. – 180° Северного полушария С – 180° – 90° в.д. Северного полушария D – 90° в.д. – 0° Северного полушария Е – 0° – 90° з. д. тропический пояс F – 90° з.д. – 180° тропический пояс G – 180° – 90° в.д. тропический пояс H – 90° в.д. – 0° тропический пояс I – 0° – 90° з. д. Южного полушария J – 90° з.д. – 180° Южного полушария K – 180° – 90° в.д. Южного полушария L – 90° в.д. – 0° Южного полушария

Окончание табл. 1

№	Элемент	Условное название (мнемокод)	Описание элемента
1	2	3	4
			N – Северное полушарие S – Южное полушарие T – 45° з. д. – 180° Северного полушария X – глобальный район (не определяемый).
13	Резерв	РЕЗЕРВ	4 символа: 4 пробела – резерв.
14	Конец строки	EOS	2 символа. Конец строки.

Переменная часть записи СВОДКА содержит данные наблюдений спутника по температуре поверхности океана в точках квадратов $10^\circ \times 10^\circ$ и состоит из группы переменной длины (экземпляры группы КВАДРАТ), описанной на ЯОД в виде группы GRK переменной длины за счет вложенной в нее группы GRV с именем ТОЧКА. Группа ТОЧКА содержит данные наблюдений в точках одного квадрата (экземпляры группы ТОЧКА). Количество переданных в сообщении 'номеров квадратов' указывает элемент СЧКВАДР, количество точек в квадрате указывает элемент СЧТОЧКА (на ЯОД значение 'специального счетчика' CNT). Описание состава группы КВАДРАТ приведено в табл. 2. Описание состава группы ТОЧКА приведено в табл. 3.

Группа КВАДРАТ содержит данные наблюдений спутника по температуре поверхности в точках квадратов $10^\circ \times 10^\circ$. Экземпляр группы КВАДРАТ имеет переменную длину и включает в себя данные наблюдений, принадлежащие одному квадрату. Максимальная длина экземпляра группы – 1394 байт. Уровень вложенности – 1. В состав группы входят:

- ключевой элемент 'номер квадрата' (НКВАДРАТ), содержит данные о географическом местоположении квадрата;
- ключевой элемент 'порядковый номер 'номера квадрата 'с данным 'номером квадрата' в сводке' (N), (ключевой элемент 'порядковый номер 'номера квадрата 'с данным 'номером квадрата' в

сводке' (N) введен в структуру ввиду того, что значение элемента 'номер квадрата' в сводке (записи) может иметь одинаковые значения, т.е. повторяться несколько раз);

- счетчик повторений групп GRV с именем ТОЧКА (СЧТОЧКА);

- группа GRV 'ТОЧКА' с данными в точках квадрата содержат данные широты и долготы точки, температуру поверхности в точке.

Таблица 2

Описание состава группы КВАДРАТ

№	Элемент	Условное название (мнемокод)	Описание элемента
1	2	3	4
1	Номер квадрата 10°x10°	НКВАДРАТ	3 символа, цифры от 000 до 888. Номер, обозначающий квадрат 10°x10° в географической сетке, в пределах которого расположены данные. Квадрат образован путем пересечения двух соседних меридианов и двух соседних параллелей со значениями, кратными десяти. 'Номер' указывает координаты того угла квадрата, который имеет минимальное значение широты и минимальное значение долготы. Нумерация системы квадратов дается в кодовой таблице 0371 [3], Первый символ 'номера квадрата' В1 обозначает октант земного шара Q: 0,1,2,3,5,6,7,8 (кодовая таблица 3300 [3]). Второй символ В2 'номера квадрата' обозначает минимальное значение широты в выбранном квадрате в десятках градусов, изменяется от 0 до 8. Третий символ В3 'Номера квадрата' обозначает число десятков градусов в минимальном значении

Продолжение табл. 2

№	Элемент	Условное название (мнемокод)	Описание элемента
1	2	3	4
			долготы в выбранном квадрате. Цифра сотен для долготы от 100° до 180° опускается. Особые случаи: 1. Точки, расположенные на меридиане 180°, кодируются значениями В3=8 и В1=1 в Северном полушарии и В1=6 в Южном полушарии. 2. Полюса. Им приданы номера: 190 – Северному полюсу и 690 – Южному полюсу.
2	Порядковый номер 'номера квадрата' с данным 'номером квадрата' в сводке	N	1 символ: цифры от 1 до 9. Порядковый номер элемента 'номер квадрата' с данным 'номером квадрата' в сводке. 1 – данный элемент 'номер квадрата' присутствует в 1 экземпляре 9 – данный элемент 'номер квадрата' присутствует в 9 экземплярах. <i>Пример.</i> <i>В сводке SATOV идут данные:</i> <i>00399....</i> <i>00399...</i> <i>00306..., где первые три символа в каждой группе означают элемент 'номер квадрата', а вторые два символа означают элемент 'количество точек'. В примере наблюдаются 3 'номера квадрата' с одинаковым значением.</i> <i>В данном случае первому 'номеру квадрата' будет присвоен 'порядковый номер' 1, второму 'номеру квадрата' – 'порядковый номер' 2,</i>

Группа ТОЧКА содержит географические координаты (ши-

№	Элемент	Условное название (мнемокод)	Описание элемента
1	2	3	4
			<i>третьему 'номеру квадрата' – 'порядковый номер' 3. В случае, если элемент 'номер квадрата' имеет одно значение в сводке, тогда элемент 'порядковый номер...' имеет значение 1.</i>
3	Счетчик повторов групп ТОЧКА	СЧТОЧКА	2 символа: 1...99. Указывает количество экземпляров группы ТОЧКА в одном экземпляре группы КВАДРАТ (количество точек с данными в десятиградусном квадрате). 1 – есть 1 группа ТОЧКА ... 99 – есть 99 групп ТОЧКА.
4	Конец строки	EOS	2 символа. Конец строки

роту и долготу) точки, температуру поверхности океана. Длина экземпляра группы – 14 байт, уровень вложенности – 2.

Таблица 3

Описание состава группы ТОЧКА

№	Элемент	Условное название (мнемокод)	Описание элемента
1	2	3	4
1	Широта точки со знаком, град.	ШИРОТА	3 символа. Цифры 00...90. Широта точки со знаком. Знак плюс – северная широта. Знак минус – южная широта.
2	Долгота точки со знаком, град.	ДОЛГОТА	4 символа. Цифры 000...180. Долгота точки со знаком. Знак плюс – восточная долгота. Знак минус – западная долгота.

Массив SATOBT имеет смешанную структуру, т. е. файл

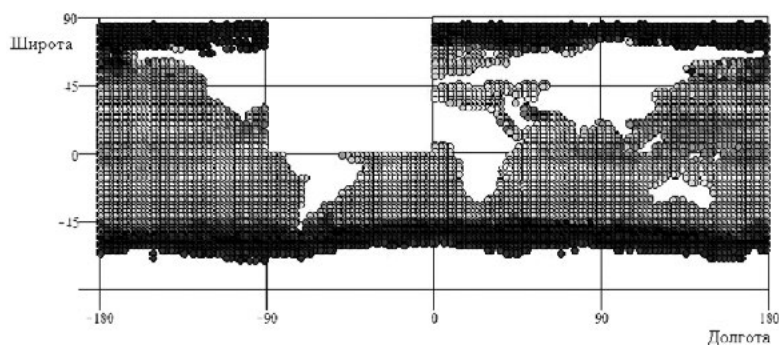
№	Элемент	Условное название (мнемокод)	Описание элемента
1	2	3	4
3	Температура поверхности, °C	ТЕМППОВ	5 символов. Температура поверхности, в градусах Цельсия с точностью до десятых долей.
4	Конец строки	EOS	2 символа. Конец строки

данных содержит данные по спутникам, поступающие по каналам связи в кодовой форме SATOV за один календарный месяц, и представляет собой последовательность записей переменной длины одного вида СВОДКА. Файл данных построен в соответствии с ЯОД – описанием, предшествующим каждому смысловому файлу. Запись включает в себя данные, переданные в одной сводке по ГСТ. Имя файла описаний – SATOBT.ГТТГММ.fod. Имя файла данных – SATOBT.ГТТГММ.arx, где ГТТГ – год наблюдений, ММ – месяц наблюдений.

Опытный массив данных по ТПО. В настоящее время создание опытных файлов массива данных за 2009 г. ведется оператором. Спутниковые данные за текущие сутки по мере поступления по каналам связи сети ГСТ записываются в файлы на FTP-сервере в локальной сети ГУ «ВНИИГМИ-МЦД». Данные за одни сутки размещаются в четырех файлах. После накопления месячной порции необработанных файлов на компьютере оператора производится обработка данных за месяц, в результате которой формируется файл массива. В каждом файле исходных данных содержатся все виды сводок, поэтому в процессе обработки сначала производится выборка сводок SATOV с разделами, содержащими данные по температуре поверхности океана. Затем с помощью разработанного программного средства на языке Java сводки раскодируются в соответствии с кодовыми формами ВМО и записываются в структурированный файл с уникальным именем. Файлы массива размещаются на диске компьютера оператора и по мере необходимости сбрасываются на CD. Имена папок и файлов соответствуют типу данных и дате, за которые получен файл. Файлы массива с данными за один месяц имеют объем 1,5–2,0 Мб, количество точек за месяц более 100000, измерения поступают в основном со спут-

ников DMSP 9 и DMSP 11. Практически все данные поступают из центра Вашингтон (кодированное наименование KWBC). На рис. 3 приведен пример географического распределения данных по ТПО за один месяц (апрель 2009 г.). Обращает на себя внимание отсутствие данных в октанте 0 (0–90 ° с.ш., 0–90 ° в.д.). Причину отсутствия этих данных на данный момент времени выявить не удалось. Другие виды сводок (температурно-влажностное зондирование, данные по скорости ветра и др.) для этого октанта имеются.

Рис. 3. Температура поверхности океана (данные за апрель 2009 г.)



Использование спутниковых данных по ТПО в качестве информационного ресурса ЕСИМО

Общая схема включения ресурса. Единая государственная система информации об обстановке в Мировом океане (ЕСИМО) предназначена для комплексного информационного обеспечения исследований, освоения и использования Мирового океана путем интеграции и рационального использования ресурсов и средств, существующих в Российской Федерации ведомственных информационных систем в области обстановки в Мировом океане. Спутниковые данные из сети ГСТ являются ежесуточно обновляемым глобальным информационным ресурсом с низким пространственным разрешением.

Для обеспечения доступа к данным по технологии E2EM [6,7], принятой в ЕСИМО, данные сводок должны регулярно декодироваться и записываться в Базу данных (БД). Для этого разработано специальное приложение, выполняющее следующие операции:

- автоматическое скачивание файлов спутниковых данных с

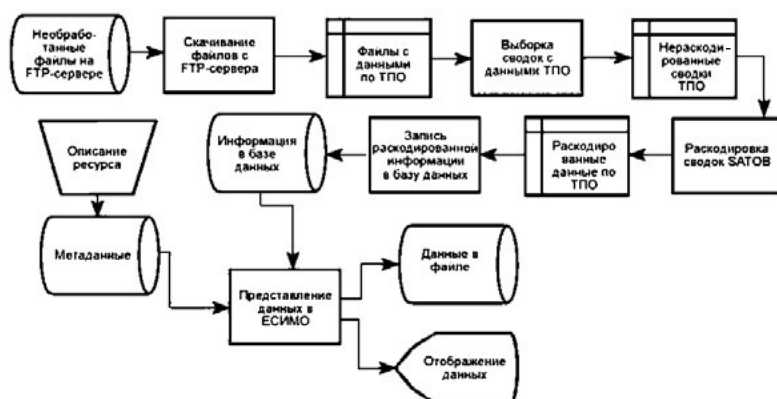
FTP-сервера;

- обработку данных (выборку сводок с температурой поверхности воды, раскодирование сводок);
- запись данных по температуре поверхности океана в таблицы базы данных в соответствии с разработанной структурой БД.

Приложение запускается автоматически ежедневно один раз в сутки по расписанию с сервера ЕСИМО. При каждом запуске декодированию подвергается порция данных, записанная на FTP-сервер днем ранее.

Для того чтобы ресурс был доступен пользователям ЕСИМО, необходимо выполнить его описание согласно принятым спецификациям. Описание ресурса выполнено в соответствии с требованиями ЕСИМО. На рис. 4 приведена схема обработки данных для включения ресурса в ЕСИМО.

Рис.4. Схема включения данных в ЕСИМО



Структура базы данных для записи раскодированной спутниковой информации. Массив раскодированной спутниковой информации (SATOВ) формируется как реляционная База данных в среде СУБД Oracle. Для размещения спутниковых данных используются две таблицы: OA_Field и OA_Data. Таблица OA_Field содержит информацию о поле: сведения о времени наблюдения и ссылки на другие таблицы. В таблице OA_Data представлена непосредственно информация о наблюдении: координаты точки и значение параметра (в данном случае температура воды).

Помимо пополнения БД информацией о спутниковых наблю-

дениях ставится задача стандартизации и сохранения комплекса метаданных. К метаданным относятся сведения о сетке, передающем центре, спутнике, параметре наблюдения, типе уровня и др. Стандартизация метаданных предполагает приведение к единой системе всех кодировок, которые используются в различных источниках. Для этого метаданные каждого источника преобразуются в идентификаторы кодов из центральной интегрированной базы метаданных (ЦБМД), т.е. неявно применяется пространственная модель архитектуры хранилищ данных. Как правило, этому предшествует работа по дополнению таблиц ЦБМД новыми кодами или по созданию новых таблиц для достижения полной совместимости с источниками. В рамках данного проекта были добавлены метаданные в таблицу спутников (OA_Satellite) и создана новая таблица с информацией о передающих центрах (OA_Centre). Схема Базы данных представлена на рис. 5.

Рис. 5. Схема Базы данных

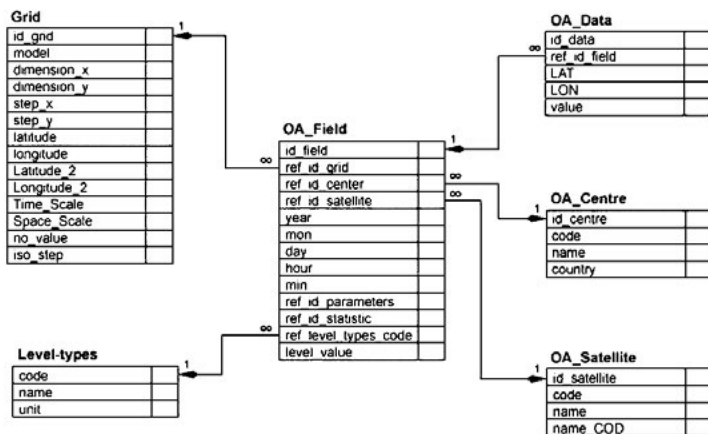


Таблица Grid содержит сведения о сетке, которые включают: идентификатор сетки, пространственное и временное разрешение, метод, район передачи (широта, долгота левого и правого углов) и т.д. Таблица Level-types включает уникальный код и наименование уровня, а также единицы измерения. В таблице OA_Centre размещена информация об уникальном идентификаторе центра, названии и стране. В таблице OA_Satellite представлен идентификатор спутника, его код и название, принятое в ВМО, а также название,

используемое в более ранней версии описаний ЕСИМО. В таблицах 4–9 дано описание полей таблиц Grid, OA_Field, OA_Data, Level-types, OA_Centre и OA_Satellite соответственно.

Таблица 4

Сведения о сетке (Grid)

Поле	Комментарий
id_grid	Уникальный код типа сетки
model	Буквенный идентификатор модели
dimension_x	Размерность сетки в м по X
dimension_y	Размерность сетки в м по Y
step_x	Шаг сетки в град. по X
step_y	Шаг сетки в град. по Y
latitude	Широта начальной точки
longitude	Долгота начальной точки
Latitude_2	Широта точки (верхний правый угол)
Longitude_2	Долгота точки (верхний правый угол)
Time_Scale	Временной масштаб осреднения (сутки, месяц, год)
Space_Scale	Пространственный масштаб осреднения (сутки, месяц, год)
no_value	Код отсутствия данных
iso_step	Шаг при отрисовке изолиний

Таблица 5

Сведения о поле (OA_Field)

Поле	Комментарий
id_field	Идентификатор заголовка
ref_id_grid	Ссылка на сетку
ref_id_centre	Ссылка на центр
ref_id_satellite	Ссылка на спутник
year	Год наблюдения
mon	Месяц наблюдения
day	День наблюдения
hour	Час наблюдения
min	Минуты наблюдения
ref_id_parameters	Ссылка на параметр
ref_id_statistic	Ссылка на статистику
ref_level_types_code	Ссылка на тип уровня
level_value	Значение уровня

Таблица 6

Данные в узлах сетки (OA_Data)

Таблица 7

Поле	Комментарий
id_data	Идентификатор заголовка
ref_id_field	Ссылка на поле
LAT	Широта
LON	Долгота
value	Значение

Типы уровней (Level_types)

Таблица 8

Поле	Комментарий
code	Уникальный код уровня
name	Наименование уровня
unit	Единицы измерения

Сведения о центрах (OA_Centre)

Таблица 9

Поле	Комментарий
id_centre	Идентификатор центра
code	Уникальный код центра
name	Наименование центра
country	Страна

Сведения о спутниках (OA_Satellite)

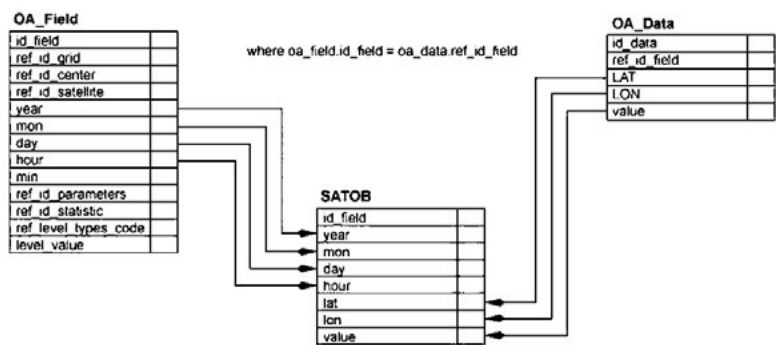
Описание ресурса. Для отображения спутниковых данных

Поле	Комментарий
id_satellite	Идентификатор спутника
code	Уникальный код спутника
name	Наименование спутника
name_COD	Наименование спутника (ЦОД)

на портале ЕСИМО необходимо выполнить регистрацию информационного ресурса. Регистрация информационного ресурса включает описание и настройку ресурса. При регистрации каждому

информационному ресурсу присваивается уникальный идентификатор. Название зарегистрированного ресурса «Температура поверхности океана по данным ГСТ (SATOВ)», его уникальный идентификатор – RU_RIHMI-WDC_1230. Поставщик данных обеспечивает подготовку и ведение описаний ресурсов. Описание ресурса осуществляется с использованием АРМ оператора через Web-формы, обеспечивающие ввод информации разделов описания ресурса. Каждый раздел содержит подразделы, состоящие из одного или нескольких полей ввода элементов описания ресурса. Содержание и структура ресурса фиксируется именно в описании ресурса. В нашем случае типом физического хранилища данных является СУБД, поэтому необходимо назначить связь с данными. Поставщик данных реализует сервис связи с базами данных с использованием открытого программного обеспечения DIGIR [6], с помощью которого обеспечивается подготовка конфигурационных файлов ресурса по следующим подразделам: метаданные, источник данных, таблицы базы данных, отображение. В рамках данного проекта используется View-представление в виде объединения таблиц OA_Field и OA_Data. Соответственно, таблицей базы данных, которая используется ресурсом, назначается представление (View) SATOB. На рис. 6 схематично показано объединение данных из таблиц OA_Field и OA_Data в представлении SATOB.

Рис.6. Представление данных SATOB на основании таблиц



OA_Field и OA_Data

Настройка ресурса осуществляется также через АРМ оператора и включает:

- настройку отображения локальных кодов в системные коды;

- настройку периодичности автоматического обновления описания ресурсов и генерации экземпляров ресурса;
- тестирование и проверку качества ресурса.

Наряду с указанными действиями осуществляется уточнение описания ресурсов по сообщениям об ошибках и замечаниях.

Доступ к спутниковым данным по ТПО в ЕСИМО. После записи в базу данных и регистрации ресурса спутниковые данные с помощью Сервера интеграции становятся доступны для представления на портале ЕСИМО и использования. Сервер интеграции осуществляет сбор описаний ресурсов и их использование для доступа к источникам данных СРБД (Система распределенных баз данных). Описания информационных ресурсов приходят на Сервер интеграции от поставщиков данных в момент регистрации ресурсов в системе и в периоды планового обновления описаний ресурсов, происходящего по расписанию согласно настройкам Сервера интеграции.

Для того чтобы получить доступ к данным, необходимо зайти на портал ЕСИМО в раздел меню «Данные» и заполнить форму запроса на поиск информации в разделе «Расширенный поиск». По запросу Сервера интеграции поставщик данных осуществляет выборку данных из локального массива данных согласно критериям запроса, унификацию данных и представление отобранных данных в виде транспортного файла данных. Выбранные данные могут быть визуализированы в виде таблицы и диаграммы, а также получены в виде файлов в формате NetCDF и CSV.

В БД хранятся спутниковые данные по ТПО с апреля 2009 г. по текущее время, данные находятся в свободном доступе. На рис. 7 показана визуализация спутниковых данных по ТПО.

Заключение

В результате выполненного комплекса работ начато накопление спутниковых данных по температуре поверхности океана в структурированном массиве и создан опытный массив этих данных. Данные также являются информационным ресурсом в Единой информационной системе об обстановке в Мировом океане.

Следует отметить, что переход сети ГСТ на таблично-ориентированные коды BUFR и CREX повлечет за собой необходимость переработки технологии и адаптации к новым кодовым формам. Из всех видов гидрометеорологической информации спутниковые



Рис. 7. Визуализация спутниковых данных по ТПО на портале ЕСИМО

данные в первую очередь переводятся на таблично-ориентированные коды.

В дальнейшем создание файлов массива предполагается производить с использованием Базы данных. Обработка и раскодировка файлов с исходными данными будет выполняться с применением уже разработанного ПО. Предполагается разработать дополнительные программные модули, с помощью которых данные по ТПО в течение месяца будут записывать в Базу данных, откуда по окончании месяца будет производиться выборка месячной порции данных, генерация ЯОД-файлов и запись этой информации в файл, структурированный в соответствии с описанием массива. После создания опытного массива и отладки технологий планируется сдача массива в Госфонд.

Список литературы

1. Наставление по кодам. Международные коды. Т. I.1. Часть А – Буквенно-цифровые коды (Дополнение II к Техническому регламенту ВМО), ВМО № 306, 1995.
2. Веселов В.М. Язык описания гидрометеорологических данных для IBM PC совместимых ПЭВМ (ЯОД Аисори). Руководство пользователя. Редакция 25.11.96. Обнинск, 1996. 31 с.
3. Наставление по кодам. Международные коды. Т. I.1 (Издание 1995 г.), ВМО

№ 306. Дополнение № 3, август 2001.

4. Наставление по кодам. Международные коды. Т. I.1 (Издание 1995 г.), ВМО № 306. Дополнение № 5, август 2005.

5. Наставление по глобальной системе телесвязи. Глобальные аспекты. Т.1. (Издание 1991 г.), ВМО № 386. Дополнение № 3, май 1998.

6. Технология интеграции ЕСИМО (E2EM). Программный комплекс «Поставщик данных», Руководство пользователя. Регистрация и ведение информационных ресурсов в Системе распределенных баз данных ЕСИМО. Версия 1.2.0. Обнинск. 2008. 64 с.

<http://data.meteo.ru/ru/e2edm/index.php?action=view&id=23&module=resourcesmodule&src=%40random4240448bb69c9>.

7. Технология ведения Интернет-портала и АРМов комплексного информационного обеспечения ЕСИМО. Руководство пользователя ЕСИМО (первая очередь). Версия 1.1.0. Обнинск. 2007. 24 с. <http://data.oceaninfo.ru/system/instance/files/69324.doc>.

**МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ АРХИВА
«ТРАЕКТОРИИ ЦИКЛОНОВ (АНТИЦИКЛОНОВ)
СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ ЗА ПЕРИОД
1960–1991 ГГ.»**

Введение

Практическая ценность гидрометеорологической информации определяется эффективностью ее использования в науке и для удовлетворения различных потребностей хозяйственной деятельности.

Частью общего фонда гидрометеорологических данных является режимно-справочный банк данных «Синоптическая метеорология» (РСБД «СМ»).

С использованием данных РСБД «СМ» выполнен и разрабатывается ряд научных задач, таких как исследование закономерностей глобальной циркуляции атмосферы, развитие прогностических методов, создание различных гидродинамических и статистических моделей и др. Эффективность этих исследований в большей мере зависит от качества и полноты данных.

Одним из основных архивов, составляющих базу данных об объектах синоптической климатологии, является архив параметров траекторий циклонов и антициклонов Северного полушария. В него включены сведения, позволяющие идентифицировать положение и эволюцию барического центра в определенные моменты времени на протяжении всего периода существования данного центра, а именно: значение давления в центре барического образования, широта, долгота и направление перемещения центра.

Цель и задача

Для исследования мезо - и макромасштабных особенностей атмосферной циркуляции весьма полезно использовать информацию о таких синоптических объектах, как циклоны и антициклоны. Это объясняется тем, что преобладание в определенных местах полушария данных барических образований при их зарождении или стационарировании формирует определенные черты циркуляции над данными регионами. Устойчивое изменение интенсивности,

повторяемости или смещения траекторий этих центров вносит вклад в климатическую изменчивость циркуляции в соответствующих регионах и влияет на изменчивость циркуляции в целом.

Наличие информации о наиболее важных параметрах жизненного цикла циклонов и антициклонов с учетом их широтных, региональных и сезонных особенностей позволяет решать многие практические задачи, имеющие дальнейший выход в более сложные задачи исследования циркуляции и климата.

По данным о координатах центров барических образований, значении давления в центре и направлении перемещения могут быть рассчитаны повторяемости по различным регионам, выявлены наиболее вероятные траектории перемещения барических образований. При совместном анализе архива траекторий циклонов и антициклонов с архивами других метеорологических величин можно полнее описать закономерности изменения термодинамических параметров атмосферы.

Очевидная ценность такой информации послужила основанием для постановки задачи о создании качественных архивов с характеристиками траекторий циклонов и антициклонов Северного полушария и включении их в состав информационной базы режимно-справочного банка данных «Синоптическая метеорология» (РСБД «СМ»).

В статье описаны этапы обработки, преобразующие данные карт «Пути циклонов» и «Пути антициклонов», публикуемых в части III Синоптического бюллетеня Северного полушария за период 1960–1991 гг. в информационные файлы на ПЭВМ.

Данные и метод

Источником для создания архивов «Траектории циклонов Северного полушария» и «Траектории антициклонов Северного полушария» послужили карты «Пути циклонов» и «Пути антициклонов», которые строились в ГМЦ России и ежемесячно публиковались в Синоптическом бюллетени Северного полушария, часть III.

На карты нанесены пути перемещения центров циклонов (антициклонов) за месяц. Положения центров барических образований на каждой траектории нанесены для всего периода существования данного центра через каждые 12 часов – за 00.00 GMT и 12.00 GMT. Возле точки, соответствующей положению центра циклона (антициклона), за 00.00 GMT указывается число месяца и давление в

центре. Для конкретной карты анализ траекторий производится с запада на восток (от 0° в.д.), а для одноименного меридиана – с юга на север. Часть данных переписывается в таблицы непосредственно из карт, часть получается путем анализа имеющихся на карте данных. С карт в таблицы для каждой точки траектории снимаются вид барического образования в кодах, дата (число месяца и срок), направление перемещения центра за прошедшие 12 часов в румбах, широта и долгота в градусах, а за срок 00.00 GMT – и давление в центре барического образования в мб.

Вид барического образования определяется видом карты: на карте «Пути циклонов» – это всегда центр циклона; на карте «Пути антициклонов» – центр антициклона. Если траектория обозначена одной точкой, запись о ней в таблицу делается в обычном порядке. Публикация карт траекторий производится с 1 января 1960 года. Архивации подлежат данные за период с 1960 г. по февраль 1991 года.

Каждое наблюдение представлено в архиве следующими переменными:

- временные характеристики: год, месяц, день, срок наблюдения;
- пространственные характеристики: широта и долгота;
- направление перемещения центра барического образования за предыдущие 12 часов (отсчет производится по часовой стрелке от оси Y);
- экстремальное давление в центре барического образования (для данных за 00.00 часов GMT).

Точность данных, снимаемых с карт в виде целочисленных значений, предполагается в пределах погрешностей, возникающих при визуальном анализе карт. В процессе снятия данных с карт и архивации их на магнитные носители в информацию вносятся различного рода искажения. Технология создания архивов траекторий циклонов и антициклонов предусматривает проведение контроля данных в несколько этапов.

На стадии создания архивов при занесении их на магнитные носители осуществляется проверка на допустимые значения. Далее производится более тщательный контроль данных в двух направлениях: контроль полноты данных и их качества.

Контроль архива на полноту данных включает в себя проверку на пропуски и дублирование траекторий внутри месяца и записей

внутри траекторий по их номерам, проверку на соблюдение последовательности сроков наблюдения для точек одной траектории, а также выявление отсутствующих значений отдельных элементов записи.

Осуществляется контроль качества параметров движения и эволюции центров барических образований во времени. В основу контроля значений давления в центрах барических образований положен расчет и анализ межсуточных изменений давления в центрах. Контроль значений координат центров циклонов и антициклонов основан на расчете и анализе абсолютного смещения центра за 12 часов и угла поворота отрезка траектории, соединяющие две соседние точки, по отношению к предыдущему. Направление пересчитывается в градусах по координатам двух соседних положений центра после внесения в файл исправлений всех обнаруженных в процессе контроля ошибок. Контроль выполняется последовательно с помощью ряда программ, написанных на языке Паскаль и языке пакета SAS.

Одни из программ осуществляют анализ и корректируют данные автоматически, другие только выдают сообщение об ошибочных или сомнительных значениях. Листинги всех программ контроля подвергаются анализу с привлечением, при необходимости, исходных таблиц и карт. Результаты анализа используются для последующего внесения исправлений в файл.

Результаты

В 1995 году был закончен контроль архива «Траектории циклонов Северного полушария» за период с 1960 г. по февраль 1991 года. Проконтролированная версия архива за весь период записана на дискеты ПЭВМ, подготовлена документация, архив сдан в Госфонд ВНИИГМИ-МЦД. В 2009 году закончен контроль архива «Траектории антициклонов Северного полушария» за период с 1960 г. по март 1990 года.

Каждая точка в обоих архивах характеризуется следующими параметрами:

G – год (1960–1991);

M – месяц (1– 12);

I – номер траектории в месяце (1– 1000);

D – номер дня в месяце (1– 31);

T – срок (0– 12);

U – направление перемещения в градусах (отсчет производится по часовой стрелке от оси Y);

P – давление в центре барического образования в мб;

F – широта (0– 90° с.ш.);

L – долгота (0– 360°) с запада на восток.

Запись файла содержит информацию о четырех последовательных точках траектории и включает 30 элементов:

V – вид барического образования (9 – циклоны , 4 – антициклоны);

G – год;

M – месяц;

I – номер траектории в месяце;

II – номер траектории в предыдущем месяце;

K – номер записи внутри траектории (1,32);

D – номер дня в месяце;

T – срок;

U – направление перемещения;

P – экстремальное значение в центре барического образования;

F – широта;

L – долгота.

} повторяется четыре
раза для каждой
из четырех точек

Элементы V, G, M, I, K являются призначными для каждой записи. Элемент II непосредственно не идентифицирует запись, но может использоваться при преобразовании файла путем слияния траекторий, переходящих из месяца в месяц.

Остальные 6 элементов повторяются четыре раза с соответствующей информацией для каждой из четырех точек с соблюдением последовательности дня и срока. Если количество точек траектории не кратно четырем, информация для недостающих точек представлена в записи константой отсутствия CA= -32768.

Записи в файле упорядочены по году, месяцу, номеру записи внутри траектории. Траектории с одним номером записи упорядочены по датам, а не по их порядковым номерам.

В ряде случаев анализ данных архива циклонов (антициклонов) удобнее проводить, когда данные внутри траектории упорядочены по хронологии. С этой целью сформирована версия архива «запись-точка», запись которого содержит информацию об одной точке траектории и включает 10 элементов:

G– год наблюдения;
M– номер месяца;
I– номер траектории в месяце;
K– номер точки внутри траектории;
D– номер дня в месяце;
T– срок;
U– направление перемещения в градусах;
P– давления в центре барического образования, в мб;
F– широта (0– 90° с.ш.);
L– долгота (0– 360°) с запада на восток.

Внутри файла траектории упорядочены по хронологии возникновения. При одной дате возникновения траектории упорядочены по возрастанию долготы первой точки траектории.

Если траектория началась в одном месяце, а продолжается в другом, то в нем она записана под другим номером, и признака, что она является продолжением траектории, нет. Эта версия архива используется для анализа внутри месяца.

Определенное представление об архивах дают табл. 1–4.

Таблица 1

Распределение количества циклонов по годам и месяцам архива «Траектории циклонов Северного полушария»

Год	Месяц												Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1960	169	188	186	166	204	317	343	292	246	202	239	219	2771
1961	122	158	214	225	275	270	371	289	221	244	240	212	2841
1962	115	113	112	111	140	178	124	124	108	95	114	131	1465
1963	115	131	145	181	145	245	232	148	127	136	117	116	1838
1964	167	107	181	179	137	244	138	158	100	114	147	125	1797
1965	134	135	188	220	186	253	204	304	166	164	117	140	2211
1966	137	112	176	199	288	225	267	269	175	137	166	135	2286
1967	124	174	190	194	192	265	218	235	217	161	179	177	2326
1968	183	160	227	220	282	384	337	293	282	233	239	227	3067
1969	269	258	290	339	350	362	429	305	288	220	192	170	3472
1970	259	240	288	253	327	399	491	284	309	384	266	322	3822
1971	286	292	352	317	452	484	490	391	314	320	286	330	4314
1972	278	275	380	416	468	558	533	460	373	317	310	356	4724
1973	278	261	327	309	430	508	495	397	405	283	394	322	4409
1974	393	356	436	482	628	663	662	620	521	498	457	473	6189
1975	496	436	557	509	492	663	651	572	456	431	405	414	6082
1976	398	493	540	480	538	501	427	305	342	400	323	377	5124
1977	542	400	358	340	566	401	405	432	403	336	253	297	4733
1978	381	282	435	274	384	340	390	259	259	294	289	185	3772
1979	285	192	197	247	299	390	346	327	327	388	231	241	3470
1980	223	145	305	367	280	313	306	357	196	242	217	140	3091

Окончание табл. 1

1981	0	140	267	233	230	293	253	416	221	152	182	149	2536
1982	148	195	195	221	250	251	266	354	284	246	137	252	2799
1983	132	207	248	173	307	213	244	274	259	177	175	141	2550
1984	149	130	163	165	225	402	234	221	354	277	146	290	2756
1985	152	133	146	137	146	169	164	153	164	131	126	158	1779
1986	194	210	94	209	227	169	345	153	154	146	113	211	2225
1987	180	148	231	181	201	183	287	212	208	162	199	131	2323
1988	195	159	242	199	234	293	451	282	208	170	161	182	2776
1989	170	163	207	200	253	231	236	228	158	186	147	93	2272
1990	87	141	166	190	109	258	229	197	186	171	107	153	1994
1991	147	191	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	338

Таблица 2

Распределение количества антициклонов по годам и месяцам
архива «Траектории антициклонов Северного полушария»

Год	Месяц												Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1960	201	175	112	116	152	169	108	160	124	162	165	189	1833
1961	125	152	137	158	159	151	125	150	100	158	171	198	1784
1962	100	47	112	77	82	53	66	52	62	59	52	70	832
1963	53	64	89	79	76	65	72	52	67	70	77	79	843
1964	87	67	75	85	75	76	74	69	56	64	77	98	903
1965	85	82	95	96	87	68	84	161	67	87	75	77	1064
1966	96	86	94	78	93	86	74	104	67	77	78	84	1017
1967	104	111	120	86	96	93	108	112	91	83	102	97	1203
1968	142	122	111	158	144	120	106	109	107	115	137	130	1501
1969	140	151	154	151	137	112	144	157	144	116	125	151	1682
1970	174	152	194	158	149	169	190	109	129	193	205	178	2000
1971	232	248	249	260	260	255	257	194	265	266	251	245	2982
1972	234	259	269	263	289	236	267	272	245	179	187	198	2898
1973	259	150	191	173	258	240	305	222	208	234	234	279	2753
1974	268	210	285	252	340	273	355	300	297	340	345	310	3575
1975	368	297	308	235	240	245	277	213	187	272	233	153	3028
1976	184	263	276	207	265	189	157	124	210	193	202	195	2465
1977	230	193	150	159	237	197	257	116	222	204	93	178	2236
1978	254	224	268	135	207	128	166	85	170	203	179	100	2119
1979	166	145	84	127	127	158	149	122	178	263	142	197	1858
1980	148	82	169	206	88	110	115	0	136	114	187	92	1447
1981	114	115	178	100	133	128	68	179	94	79	110	156	1454
1982	108	168	107	171	123	148	128	167	127	187	129	199	1762
1983	122	192	143	113	137	91	93	83	121	102	120	100	1417
1984	119	99	127	73	78	193	53	69	171	145	73	196	1396
1985	120	100	82	76	53	68	75	85	75	78	75	120	1007
1986	181	184	55	103	96	66	197	134	0	65	63	201	1345
1987	211	106	215	110	125	90	155	81	159	75	140	116	1583
1988	179	97	187	93	116	157	116	145	143	109	174	113	1629
1989	139	92	156	119	165	98	132	96	89	98	117	121	1422
1990	58	91	100	107	74	0	0	0	0	0	0	0	430

Анализ архивов выявил наличие значительного количества одноточечных циклонов. Были дополнительно проанализированы записи, состоящие из одной точки и содержащие данные за 00.00 GMT час. Значительное число записей, состоящие из одной точки, относятся к регионам азиатского и калифорнийского минимумов. Анализ синоптических карт показывает, что центры циклонов имеются и за сроки 12 часов, т.е. малоподвижный циклон, существующий несколько суток, записан отдельными точками за один срок 00 часов, хотя на синоптических картах центр циклона прослеживается и в срок 12 часов. Такие одиночные записи, относящиеся к одному и тому же циклону, объединялись в одну запись.

После устранения последних число циклонов значительно сократилось. Картина распределения количества циклонов по годам внутри года по месяцам в этом варианте представлена для циклонов (антициклонов) таблицами 3–4 соответственно.

Таблица 3

Распределение количества циклонов по годам и месяцам версии архива «Траектории циклонов Северного полушария» без одноточечных циклонов

Год	Месяц												Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1960	100	111	98	94	109	104	128	100	100	132	123	157	1356
1961	106	117	116	109	107	85	102	99	104	136	156	139	1376
1962	115	107	97	111	138	175	124	124	104	95	103	131	1424
1963	111	131	137	127	145	142	158	148	127	135	117	116	1594
1964	129	107	130	110	137	128	138	157	100	114	147	125	1522
1965	132	135	162	170	186	173	203	283	166	164	117	140	2031
1966	137	112	135	122	138	165	266	232	152	137	166	135	1897
1967	124	141	155	150	191	183	174	169	134	121	130	152	1824
1968	141	131	169	131	128	156	133	174	144	153	165	164	1789
1969	179	167	167	181	182	177	162	222	163	120	133	135	1988
1970	192	174	172	179	208	204	187	227	263	273	198	239	2516
1971	204	202	241	209	225	236	188	290	234	222	234	242	2727
1972	212	198	226	240	249	198	165	185	240	275	289	318	2795
1973	211	240	273	269	311	303	280	300	293	225	307	250	3262
1974	282	265	305	281	306	292	293	285	300	316	315	328	3568
1975	366	329	397	366	332	320	364	322	314	326	318	373	4127
1976	323	364	372	383	393	438	302	268	310	289	303	333	4078
1977	382	314	342	298	397	293	263	301	217	259	228	253	3547
1978	293	222	338	243	270	223	288	139	137	175	212	161	2701
1979	257	167	143	226	236	216	170	234	191	228	193	181	2442
1980	191	123	178	215	234	273	257	228	173	184	153	128	2337
1981	0	121	200	188	212	200	132	186	141	111	161	139	1791
1982	134	136	154	149	172	161	191	192	200	150	113	160	1912

Окончание табл. 3

1983	126	142	151	140	207	151	174	179	190	139	149	122	1870
1984	126	108	132	132	172	192	148	145	158	167	130	195	1805
1985	129	123	123	129	125	144	125	119	120	118	121	118	1494
1986	144	153	90	156	166	147	165	121	123	117	101	160	1643
1987	140	121	152	158	159	149	160	147	125	135	139	110	1695
1988	102	124	124	123	147	135	239	170	130	126	118	142	1680
1989	114	121	139	159	141	153	150	145	107	130	117	84	1560
1990	83	99	98	123	96	146	118	125	121	124	100	117	1350
1991	72	78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150

Таблица 4

Распределение количества антициклонов по годам и месяцам
версии архива «Траектории антициклонов Северного
полушария» без одноточечных антициклонов

Год	Месяц												Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1960	88	90	69	70	81	65	63	77	76	94	79	86	938
1961	89	72	70	96	91	75	76	80	64	80	98	113	1004
1962	94	47	85	71	78	51	66	52	62	57	48	70	781
1963	53	64	88	79	76	64	72	52	67	70	77	79	841
1964	87	66	75	69	74	76	74	69	56	64	77	98	885
1965	85	82	94	84	87	68	84	99	67	87	75	77	989
1966	96	86	94	75	81	86	74	103	67	77	78	84	1001
1967	104	89	88	85	95	80	69	63	84	82	85	88	1012
1968	118	100	93	108	97	107	64	78	87	91	98	99	1140
1969	111	93	108	1	101	97	86	89	98	81	94	104	1063
1970	108	91	95	101	91	99	80	79	99	114	107	104	1168
1971	118	92	88	96	101	104	99	103	89	82	91	87	1150
1972	61	72	91	91	95	55	72	98	100	97	125	131	1088
1973	74	124	121	120	140	111	94	118	110	104	117	95	1328
1974	86	66	116	101	90	88	84	90	94	115	107	83	1120
1975	101	95	114	106	104	87	90	102	76	94	96	88	1153
1976	109	120	125	118	132	114	83	63	100	86	87	114	1251
1977	113	115	111	81	121	97	113	112	122	136	1	135	1257
1978	131	137	156	121	112	115	106	79	103	108	111	96	1375
1979	124	111	65	98	99	102	90	88	113	122	96	120	1228
1980	122	77	94	131	75	95	88	0	104	91	108	68	1053
1981	50	87	131	92	118	87	63	96	74	73	83	94	1048
1982	100	88	85	101	98	103	99	105	81	101	86	112	1159
1983	95	104	90	88	110	76	71	63	87	92	90	81	1047
1984	101	75	85	64	58	105	43	56	89	91	65	118	950
1985	89	73	70	60	46	54	59	70	64	71	62	101	819
1986	95	105	52	76	68	60	96	129	0	59	58	96	894
1987	120	102	112	91	105	90	81	78	86	60	77	76	1078
1988	94	86	82	92	78	86	93	79	73	86	82	86	1017
1989	65	67	71	81	88	77	72	63	63	75	72	70	864
1990	48	60	60	50	51	0	0	0	0	0	0	0	269

Более наглядно распределение циклонов (антициклонов) Северного полушария за период 1960–1991 гг. дают рисунки 1–4.

По горизонтальной оси на всех рисунках в качестве переменной X обозначены годы, определяющие рассматриваемый период. Точки на горизонтальной оси расположены с дискретностью один год и для каждой из них построена вертикальная линия. По вертикальной оси обозначено количество циклонов (антициклонов). Точка на графике определяет количество циклонов (антициклонов) в соответствующем году.

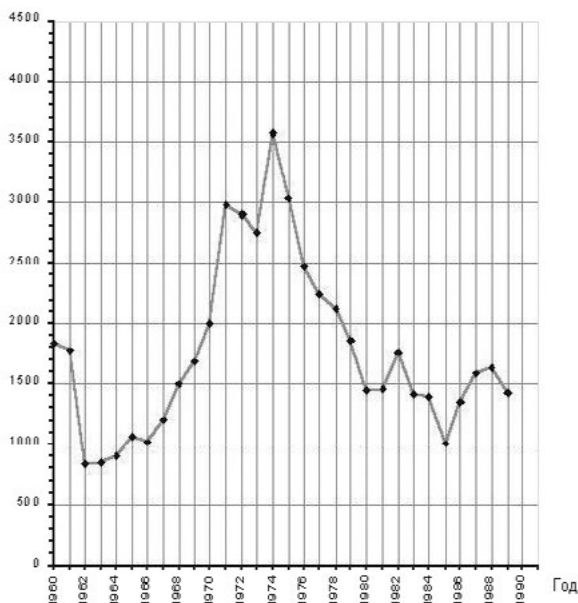


Рис. 1. Распределение количества циклонов по годам архива «Траектории циклонов Северного полушария»

Анализ рисунков позволяет предположить наличие некоторой периодичности с циклом приблизительно 30 лет в поведении количества возникающих циклонов (антициклонов) в районе Северного полушария. Минимальное значение количества циклонов (антициклонов) наблюдалось в 1960-х гг. Далее поведение носит синусоидальный характер, пик которого достигается в 1975 – 1977 гг., далее спад по синусоиде до очередного минимума в 1990 году.



Рис. 2. Распределение количества антициклонов по годам архива «Траектории антициклонов Северного полушария»



Рис. 3. Распределение количества циклонов по годам версии архива «Траектории циклонов Северного полушария» без одноточечных циклонов

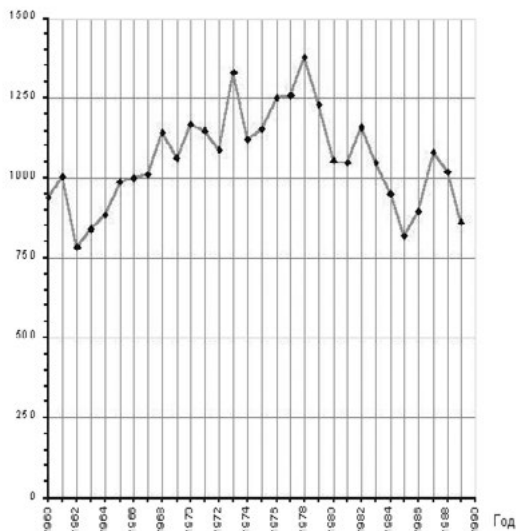


Рис. 4. Распределение количества антициклонов по годам версии архива «Траектории антициклонов Северного полушария» без одноточечных антициклонов

Таким образом, с точки зрения статистики, можно набрать достаточно большие выборки данных, изучая которые с помощью статистического анализа и с учетом их широтных, региональных и сезонных особенностей позволит решать многие практические задачи, имеющие дальнейший выход в более сложные задачи исследования циркуляции и климата.

Заключение

В заключение можно отметить, что архив «Траектории циклонов (антициклонов) Северного полушария за период 1960–1991 гг.» является одним из основных в базе данных об объектах синоптической климатологии. Использование параметров архивных данных позволит решать научно-исследовательские задачи в области глобальной циркуляции атмосферы. В дальнейшем целесообразно пополнение архива за последующие годы, а также текущими данными, получаемыми по оперативным картам ГМЦ России, что предусмотрено технологией создания архива и наличием программных

средств. Информация, полученная автоматизированным способом, позволит получать более качественные данные за счет отсутствия погрешностей, связанных с субъективизмом визуального анализа исходных синоптических карт.

Список литературы

1. Аристова Л.Н., Груза Г.В., Ефремова Н.М. и др. Банк данных «Синоптическая метеорология». Организация и использование в научных исследованиях. М.: Гидрометеониздат, 1977. 170 с.
2. Радюхин В.Т., Аристова Л.Н. и др. Архив траекторий циклонов и антициклонов Северного полушария. Технологическая схема создания. Обнинск, 1985.
3. Разработка методик, программных средств и создание многоцелевых массивов данных в узлах сетки и об объектах общей циркуляции атмосферы: отчет о НИР (промежуточный). ГР 01.9.10050412; Инв. № 029.20 0054440. Обнинск, 1991. 54 с.
4. Радюхин В.Т., Ефремова Н.М. Архив траектории циклонов Северного полушария (приземные данные). Описание программ и технологии. Обнинск, 1993.
5. Разработка методов и технологии пополнения Госфонда высококачественными данными, полученными из отечественных и зарубежных источников и технологию ведения базы справочных сведений об информационных ресурсах в области гидрометеорологии: отчет о НИР (заключительный). ГР 01.9.80 008472; Инв. № 02.99.0005431. Обнинск, 1998.
6. Основное руководство пользователя по системе SAS .

О ЕДИНОМ ПОДХОДЕ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА АРХИВОВ, ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ОБСЛУЖИВАНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ДАННЫМИ

Введение

Перечень задач, вынесенный в заголовок статьи, относится к числу основных направлений деятельности ГУ «ВНИИГМИ-МЦД». В настоящее время эти задачи решаются разными методами. Изменение климата оценивается с помощью осредненных значений по большой территории за достаточно большой период времени. Ясно, что при этом теряются дифференциальные (неоднородные) характеристики климата. Качество архивных данных оценивается в основном на этапе сбора и первичной обработки данных. Иногда ошибки обнаруживаются при решении пользовательских задач. Однако полноценная система оценки качества непосредственно архивных данных в настоящее время отсутствует. Потребителям гидрометеорологических данных обычно предлагаются либо данные непосредственных наблюдений, либо осредненные по времени (или по территории). При этом пользователь сам определяет, какие данные ему необходимы для решения его задач. Но для этого он должен хорошо представлять, какие явления или какой масштаб колебаний оказывает наибольшее влияние на объект народного хозяйства. Такие знания у пользователей редко бывают.

Проблема в каждой из перечисленных задач состоит в том, что колебания гидрометеорологических переменных отражают состояние сложной системы – открытой, неоднородной, самоорганизующейся. Это приводит к тому, что временные ряды представляют нелинейную композицию взаимосвязанных разномасштабных колебаний. Иначе говоря, любой масштаб колебаний представляет нестационарный случайный процесс со случайной амплитудой и(или) случайным периодом. Осуществить декомпозицию такого колебания с помощью известных методов [4] невозможно. Следовательно, надежность решения перечисленных задач является неопределенной, точно так же, как неопределенной является точность статистической средней величины, если не известен объем выборки.

Цель настоящей работы – кратко изложить сущность системного синтеза (синергетического подхода), с помощью которого можно одновременно решать все три перечисленные задачи.

Понятие «синергетический подход»

Важнейшее свойство сложных систем состоит в том, что при периодическом изменении внешних условий состояние системы в фазовом пространстве не будет периодическим. Траектория состояния в фазовом пространстве образует «клубок», в результате чего при одних и тех же внешних условиях (в направлении спицы, пронизывающей клубок) и состояние системы, и направление ее изменения будут разными. Это означает, что нарушается веками сложившееся понятие «воспроизводимость опытов» со всеми вытекающими последствиями для решения проблемы оценки качества эмпирических данных. Природа «клубка траекторий» связана с процессом самоорганизации (синергетикой), поэтому предлагаемый подход, тесно связанный с самоорганизацией, назван синергетическим, а моделирование синергетических процессов называют системным синтезом. Фазовое пространство – это пространство, образованное параметрами состояния системы. Согласно современной теории сложных систем, фазовое пространство неоднородно. В нем могут существовать области, где для описания динамики может требоваться меньшее количество переменных, чем в общем случае, для полного описания в широком диапазоне внешних условий. Такие области называют руслами [3], в которых для описания системы можно использовать систему обыкновенных дифференциальных уравнений. Для практических приложений наибольший интерес представляет описание системы (реконструкция аттрактора) по эмпирическим данным (временным рядам), которое бы отвечало на вопрос, как взаимосвязаны между собой разные уровни системы. В такой постановке, насколько нам известно, задача реконструкции не решалась, хотя в метеорологии она была сформулирована еще в работе [7].

Реконструкцию взаимосвязи компонентов (уровней) иерархической системы по временным рядам будем называть синтезом системных свойств, или короче – системным синтезом.

Основные концепции системного синтеза

Обоснование принципов системного синтеза приведено в статье [6]. Поэтому здесь приведем лишь краткое их содержание:

1. Выявить системные свойства сложной (иерархической) системы можно только эмпирическими методами, используя результаты наблюдений или эксперимента. Системные свойства нельзя получить теоретически из каких-либо других фундаментальных законов. Это вытекает из сущности сложных (синергетических) систем, одно из важнейших свойств которых состоит в том, что самоорганизация осуществляется спонтанно, т.е. она не подчиняется никакому заранее заданному алгоритму взаимодействия внутренних подсистем [2]. Поэтому и модель сложной системы невозможно сконструировать, задавая алгоритм взаимодействия внутренних подсистем, как это принято при теоретическом моделировании в системном анализе. Иначе говоря, этот принцип в корне противоречит стремлению понять и описать климат (если понимать его как системное свойство) с помощью системы уравнений движения в атмосфере и моделей физических процессов. Следовательно, для описания эволюции сложной (иерархической) системы необходимо найти систему эмпирических уравнений, каждое из которых отражает связь заданного иерархического уровня системы и двух смежных уровней.

2. Для определения системных свойств внешние условия должны воспроизводиться многократно.

3. Если внешние условия изменяются циклически, то при одинаковых внешних условиях состояния системы не обязательно будут одинаковыми, но они будут подобными (подчиняться правилу «золотой пропорции» [2]). Подобие структур есть фундаментальный факт, отражающий наличие в мире гармонии между симметрией и асимметрией. Структура, служащая основой подобия множества других структур, называется инвариантом.

4. Для определения системы уравнений используется параметрический метод, который широко используется в теории активного эксперимента для построения многофакторных эмпирических зависимостей [1].

5. Состояние системы можно прогнозировать с помощью динамической модели авторегрессии [1]:

$$y_i = \hat{u}_i + \varepsilon_i, \quad (1)$$

$$\hat{u}_i = \Phi(\hat{u}_{i-1}, \hat{u}_{i-2}, \dots, \hat{u}_{i-m}), \quad (2)$$

где, в отличие от статистической модели авторегрессии (модели скользящего среднего), прогнозируемая величина $\hat{u}_i$ не зависит от ε_i , и чем меньше погрешность ε_i , тем точнее прогноз. Статистическая

модель авторегрессии порождается потоком случайных событий. Она характеризует свойства систем, внешних по отношению к исследуемой системе, в то время как динамическая модель отражает свойства самой системы, находящейся под влиянием внешних условий. Метод определения системы эмпирических уравнений можно рассматривать как практический способ решения задачи Малинецкого восстановления аттрактора по временным рядам [3].

Принцип «золотой пропорции» был обнаружен еще в 1991 году при решении задачи контроля качества метеорологических данных в системе первичной обработки информации [5]. Затем было показано, что его можно использовать для описания климата и для выявления систематических ошибок в архивных данных [5]. В дальнейших исследованиях выяснилось, что принцип «золотой пропорции» является эффективным для моделирования медико-биологических процессов, для описания макроэкономики, прогнозирования фондового рынка и мониторинга состояния радиоактивного загрязнения почвы после чернобыльской аварии. Наибольшее внимание было уделено проблеме применения этого принципа для моделирования климата [6].

Сущность метода конструирования системы эмпирических уравнений поясним на примере модельных временных рядов минимальных за сутки значений температуры воздуха, которые обозначим как u . Изменения температуры воздуха за любые два года являются подобными. Следовательно, средний многолетний годовой ход является инвариантом сезонных колебаний. Обозначим его как $f(i)$, где i – номер дня в году. Тогда для каждой k -той станции и каждого j -того года можно записать выражение

$$u(i,j,k) = b_0(j,k) + b_1(j,k)f(i) + e(i,j,k), \quad (3)$$

где b_0 , b_1 – параметры подобия, $e(i,j,k)$ – особенности колебаний температуры на k -той станции, включающие все колебания, масштаб которых меньше года.

Если бы значения $b_0(j,k)$ и амплитуды годового хода $b_1(j,k)$ изменялись во времени на одну и ту же величину в любой точке сетки (не зависели от k), то климатической характеристикой можно было считать среднее значение на сетке за каждый год. Так на практике и поступают, когда климат характеризуют среднегодовые значения на полушарии (чтобы исключить короткопериодные флуктуации, эти значения усредняют еще и за 30 лет, но эта деталь уже не является принципиальной).

Однако более логично рассматривать $b_0(j,k)$ как двумерные поля, подобные новому инварианту $B_0(k)$, т.е. можно записать

$$b_0(j,k) = c_0(j) + c_1(j) B_0(k) + e b_0(j,k). \quad (4)$$

Аналогично можно представить и параметр $b_1(j,k)$:

$$b_1(j,k) = d_0(j) + d_1(j) B_1(k) + e b_1(j,k). \quad (5)$$

Значения $c_0(j)$, $c_1(j)$, $d_0(j)$, $d_1(j)$ характеризуют межгодовые изменения во времени параметров годового хода. Они не зависят от координат сетки, поэтому они являются глобальными (климатическими) характеристиками, если сетка является глобальной. Параметр $c_0(j)$ – это среднегодовая температура на сетке, т.е. она совпадает с общепринятой величиной оценки изменения климата. Однако теперь мы имеем еще три климатических параметра: $c_1(j)$, $d_0(j)$, $d_1(j)$, которые, как показано в [6], изменяются во времени и взаимосвязаны с очень высоким коэффициентом детерминации.

Подставляя (4), (5) в (3), получим в более привычной форме

$$\hat{u}(x,y,\xi,t) = c_0(t) + c_1(t)\varphi(x,y) + [d_0(t) + d_1(t)\psi(x,y)]f(\xi), \quad (6)$$

где φ , ψ , f – эмпирические функции, ξ – время от начала года, t – календарный год от начала эпохи наблюдений.

Из (6) видно, что функция $\hat{u}(x,y,\xi,t)$ является нелинейной по времени и по пространству. Долгопериодные изменения и флуктуации климата характеризуются параметрами $c_0(t)$, $c_1(t)$, $d_0(t)$, $d_1(t)$, а функция $\hat{u}(x,y,\xi,t)$ показывает, каким образом глобальный климат проявляется при фиксированных значениях координат x,y,ξ (видно, что действительно глобальный климат не есть сумма локальных климатов). Чем больше период наблюдений и чем больше число точек на сетке, тем точнее будет функция $\hat{u}(x,y,\xi,t)$, которая выполняет функцию динамических «норм» с дискретностью один год (можно показать, что эта дискретность может быть одни сутки). Они тем больше отличаются от общепринятых «норм», т.е. средних значений за период 30 лет, чем больше скорость изменения климатических параметров $c_0(t)$, $c_1(t)$, $d_0(t)$, $d_1(t)$.

Анализ реальных процессов [6] показал, что параметры $c_0(t)$, $c_1(t)$, $d_0(t)$, $d_1(t)$ и дисперсия синоптических процессов $\sigma^2(t) = \sum e^2(x,y,\xi,t)/N$ изменяются взаимообусловленно, что находится в полном соответствии с физической теорией климата.

Наиболее важное значение для практики имеют квантили распределения отклонений (аномалий) $e(x,y,\tau)$, где τ – календарное

время, с которыми непосредственно связаны экстремальные характеристики воздушной и водной среды. Чем больше период наблюдений и количество точек на сетке и чем меньше ошибочных значений в архиве, тем точнее будут значения квантилей и тем надежнее будут оценки экстремальных условий.

Отсюда вытекают три важные задачи Государственного фонда данных:

1. Исключить ошибочные значения, поскольку они оказывают наибольшее влияние на погрешности квантилей.
2. Найти модель взаимосвязи значений $c_0(t)$, $c_1(t)$, $d_0(t)$, $d_1(t)$ и дисперсии $\sigma^2(t)$. Тогда прогнозирование изменения экстремальных условий можно свести к прогнозированию этих параметров.
3. Определить в каждой точке (x, y) количество и характеристики флуктуаций $e(x, y, \tau)$ для непосредственной оценки экстремальных условий.

Выявление ошибочных значений

По технологии ГГО систематические ошибки определяются путем анализа отклонений среднемесячных значений от расчетных значений по четырем – шести близлежащим станциям. Такие оценки являются статистически не надежными, поэтому автоматизированный контроль систематических ошибок приходится дополнять трудоемким визуальным анализом. Наш подход позволяет получить объем статистической совокупности на 1–1,5 порядка больше. Поэтому объем визуального анализа можно свести почти до нуля.

Для обнаружения единичных ошибок архивные данные дают возможность осуществлять статистический анализ одновременно по результатам наблюдений нескольких станций, что также позволит существенно уменьшить затраты ручного труда при одновременном повышении эффективности, например статистического метода контроля, используемого в системе первичной обработки.

Для определения модели взаимосвязи $c_0(t)$, $c_1(t)$, $d_0(t)$, $d_1(t)$, $\sigma^2(t)$, строго говоря, необходимо разработать специальный метод. Однако, учитывая, что взаимосвязь этих параметров очень тесная, для первого приближения можно использовать обычный метод наименьших квадратов.

Основными характеристиками флуктуаций являются три параметра:

- минимальное (или среднее) значение u ;

- размах (разность между максимумом и минимумом) R ;
- продолжительность флуктуации τ .

В Гидрометцентре флуктуации (события), полученные по температуре воздуха, называют «волнами» тепла и холода. Эту задачу можно решить с помощью метода, изложенного в [6]. Знание количества флуктуаций позволяет оценить степень надежности определения квантилей статистического ансамбля состояний, т.е. экстремальных условий.

Следует заметить, что изложенный подход можно использовать для анализа данных нерегулярных наблюдений – морских метеорологических и глубоководных наблюдений.

Хранение архива

Из выражения (6) следует, что параметры уравнения (8), дисперсия $\sigma^2(t)$ и эмпирические функции φ , ψ , f однозначно связаны с данными первичных наблюдений и они же являются климатическими (режимными) характеристиками. Объем этих данных в десятки раз меньше, по сравнению с объемом данных первичных наблюдений. Иначе говоря, вместо нескольких тысяч единиц технических носителей информации для режимных целей достаточно хранить и регенерировать всего несколько сотен единиц технических носителей. Несмотря на гигантские темпы развития носителей информации, проблема их хранения и регенерации по-прежнему является актуальной для Фонда гидрометданных. Эту проблему в значительной мере можно решить, используя системный синтез.

Модельный пример

Рассмотрим эффективность изложенного подхода на модельном примере. Промоделируем многолетние наблюдения температуры воздуха $\varphi_k(\xi, x)$. Зададим изменения по пространственной координате $x = 1, \dots, 40$ в виде экспоненты, убывающей по x , а годовой ход – гармонической функцией, амплитуда которого обратно пропорциональна изменению по x . *Синоптические флуктуации* промоделируем с помощью гармонической функции с постоянным периодом 5 дней и *случайной амплитудой* с заданным среднеквадратическим отклонением s . Межгодовые колебания равны нулю. Пусть период наблюдений равен 10 лет, $k=1, \dots, 10$.

Для каждого фиксированного значения $\xi = 1, \dots, 365$ найдем средние многолетние значения $\bar{u}(\xi)$. Затем для каждого значения x и

каждой реализации k определим значения $\alpha_k(x)$, $\beta_k(x)$, т.е. параметры годового хода в каждой точке. Зависимость этих параметров по x опишем также с помощью функции, аналогичной (5), т.е. найдем два регрессионных уравнения с разделенными переменными

$$\alpha_k(x) = a_{0k} + a_{1k}(x) + e_{\alpha}, \quad (7)$$

$$\beta_k(x) = c_{0k} + c_{1k}(x) + e_{\beta}. \quad (8)$$

В нашем примере межгодовые колебания отсутствуют, поэтому параметры a_{0k} , a_{1k} , c_{0k} , c_{1k} не зависят от k . В реальных условиях межгодовые изменения также необходимо описать.

Подставляя (7), (8) в (6), получим расчетные значения годового хода и отклонения от годового хода в виде временных рядов, по которым нетрудно найти искомые амплитуды «синоптических» флуктуаций.

Зададим максимальную разность u по x , равной 20° , максимальную амплитуду годового хода, равную 10° , значение s , равное 3, и вычислим модельные значения $u_k(x, t)$. В результате анализа получено, что значения амплитуды искомых «синоптических» флуктуаций практически точно совпали с модельными значениями. Для оценки экстремальных характеристик найдем максимальные значения амплитуд за каждый год для всех значений x и объединим их одну совокупность из 400 значений ($400 = 10 \cdot 40$) (по аналогии с совокупностью экстремальных значений для климатически однородного района и заданного сезона).

Основанием для объединения совокупностей амплитуд флуктуаций, полученных при разных значениях t , x является их статистическая однородность, которую можно проверить, сравнивая два вариационных ряда амплитуд. На рисунке для примера приведена связь между двумя рядами амплитуд, полученных за разные годы при $x = 1$. Если связь линейная, то совокупности являются статистически однородными независимо от закона распределения вероятностей (это также есть следствие принципа «золотой пропорции»).

Получим теперь оценки экстремальных характеристик традиционным способом. Найдем отклонения от средних многолетних значений за каждый день при каждом значении x . Если для оценки экстремальных условий использовать распределение отклонений, превышающих утроенное значение среднеквадратического отклонения, то получим функцию распределения, для которой ее

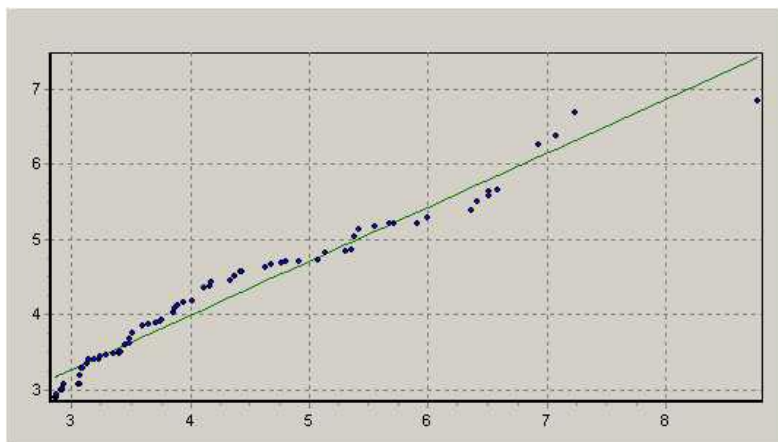


Рисунок 1. График связи модельного и реального процессов

максимум значительно меньше (почти на величину удвоенного среднеквадратического отклонения модельных значений амплитуды), по сравнению с истинными значениями. При этом объем совокупности (оценка числа «волн» тепла и холода) более чем в два раза больше модельного числа флуктуаций. Таким образом, сравнение показывает, что изложенный нами метод оценки экстремальных характеристик имеет преимущество по сравнению с традиционным подходом. Это достигается благодаря тому, что с помощью нашего подхода можно создать условия, необходимые для применения методов статистического оценивания, в частности для оценки экстремальных условий (квантилей распределения).

Заключение

В настоящее время все настойчивее звучит мысль о том, что стихийная самоорганизация цивилизации и природной среды неминуемо приведет к катастрофе планетарного масштаба, сравнимой с влиянием мощных космических факторов. Избежать катастрофы можно лишь путем перехода от стихийной к управляемой самоорганизации [2]. Для решения этой проблемы от Гидрометслужбы потребуется оперативная нетрадиционная информация, характеризующая глобальное состояние воздушной и морской среды. Изложенный подход позволяет получить такие данные, поскольку в его основе лежат современные представления о законах эволюции сложных динамических систем.

Список литературы

1. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. Кн. 1–2. М.: Финансы и статистика, 1986. 366 с.
2. Колесников А.А. Прикладная синергетика: основы системного синтеза. Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2007. 384 с.
3. Малинецкий Г.Г., Потапов А.Б. Современные проблемы нелинейной динамики. М.: Едиториал УРСС, 2002. 360 с.
4. Поляк И.И. Методы анализа случайных процессов и полей к климатологии. Л.: Гидрометеиздат, 1979. 255 с.
5. Степаненко С.Р., Шаймарданов М.З., Пуголовкин В.В. О выявлении систематических ошибок в метеорологических архивах данных // Метеорология и гидрология. 1996. № 1. С. 58–67.
6. Степаненко С.Р., Воронцов А.А. Об основных научно-методических аспектах технологии прогнозирования сложных систем // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2008. № 4. С. 35–45.
7. Haselmann K. Klimamodelle // Annalen Meteorologi (Neu Folge). 1980. N 15. P. 81–82.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МАССИВА СУТОЧНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА

Введение

Задачу оценки климатической изменчивости, пожалуй, можно отнести к основным направлениям деятельности ГУ «ВНИИГ-МИ-МЦД». Однако проблема получения адекватной модели этой изменчивости сталкивается с огромными трудностями, которые связаны с чрезвычайной сложностью климатической системы, в которой протекают тысячи различных макро- и микропроцессов.

Традиционный подход для описания климатической изменчивости с помощью физических моделей пока, к сожалению, не дал надежных решений. Другое направление – эмпирическое моделирование климатических изменений – обычно ограничивается поиском ритмических колебаний осредненных значений за месяц, сезон или год. При этом из совокупности взаимосвязанных процессов исключается широкий спектр колебаний. Таким образом, в физической теории климата используется слишком много уравнений (переменных), а в эмпирических исследованиях практически отсутствует модель взаимосвязи колебаний разной природы и разных временных масштабов. Новым направлением в климатических исследованиях можно считать идею Хассельмана [4], которая сводится к необходимости построения и решения системы эмпирических уравнений взаимосвязи процессов разных временных масштабов. По сути, это некий компромисс между физической теорией климата, поскольку предлагается использовать замкнутую систему уравнений – один из главных принципов физической теории, и эмпирическим подходом, поскольку система уравнений должна быть эмпирической.

В работах [1–2] изложены основные принципы конструирования системы уравнений климатических изменений с помощью так называемого системного синтеза и показаны некоторые предварительные результаты, полученные в результате анализа массива суточных значений температуры воздуха [5]. При этом предполагалось, что массив температуры воздуха не содержит большого количества ошибочных или сомнительных значений, поскольку

он используется во многих климатических расчетах. Полученные результаты полностью подтвердили целесообразность выбранного нами направления моделирования климата, и возникла идея о разработке единого подхода к решению задачи оценки качества архива, изменения климата и обслуживания народного хозяйства. Для развития этой идеи опять можно было бы использовать массив среднесуточных значений температуры воздуха с обязательным условием – он должен быть качественным и не содержать большого количества грубых (сомнительных) значений. Для этой цели и была выполнена детальная проверка этого массива. В настоящей статье излагаются результаты контроля, полученные с помощью простых логических условий и метод верификации сомнительных значений с использованием эмпирической системы уравнений.

Массив суточной температуры воздуха

Массив среднесуточных данных температуры воздуха содержит значения минимальной, средней и максимальной температуры воздуха за сутки по 223 станциям на территории СССР (России). Основные типы ошибок в этом массиве [3]: единичные и пакетные (систематические). Единичные (изолированные) ошибки локализованы в пространстве или во времени. Если одна и та же ошибка содержится в некоторой непрерывной последовательности значений, то она называется пакетной (систематической). Любые измерения всегда содержат погрешности. Погрешности измерений присущи самой измерительной системе и они неустраняемы в принципе. Ошибки, напротив, привносятся в измеряемую величину извне каким-нибудь внешним фактором. Если влияние этого фактора кратковременно, то возникают изолированные (единичные) ошибки. Если влияние внешнего фактора является продолжительным, т.е. проявляется в процессе многих последовательных измерений, то возникает пакетная (систематическая) ошибка.

Методы контроля качества

Основные типы методов оценки качества (контроля) данных: логический контроль и контроль на толерантные пределы.

Логический метод предназначен для проверки качественного соответствия разных переменных. Например, максимальная температура воздуха за сутки не может быть меньше минимального значения за этот же период.

Толерантные пределы – это интервал значений, в пределах которого значения контролируемой переменной считаются достоверными, а выход за пределы интервала означает, что значение переменной является не достоверным. Существует много способов определения толерантных пределов. Они могут определяться по самому контролируемому ряду или по независимым данным, с применением теоретических или эмпирических пространственно-временных моделей и т.д. Следует иметь в виду, что если пределы определяются с помощью статистических критериев, то ряд, который для этого используется, должен отражать множество физически однородных событий. Если толерантные пределы определяются по контролируемому ряду, то ему обязательно должен предшествовать метод логического контроля.

Алгоритм оценки качества

Оценим качество массива суточных значений температуры воздуха с помощью простых логических критериев. Введем обозначения: t_m – минимальное значение за сутки, t_c – среднее и t_x – максимальное.

Очевидно, что эти значения должны быть, во-первых, логически непротиворечивыми, т.е. должны выполняться очевидные соотношения

$$t_m < t_x, \quad (1)$$

$$t_m < t_c < t_x. \quad (2)$$

Во-вторых, межсуточная изменчивость любой характеристики температуры не должна быть нулевой подряд в течение нескольких суток T_0 . Если же во временном ряду на интервале T_0 выполняется условие

$$\Delta t = t_i - t_{i-1} = 0 \text{ для } i = [i_1, i_2], \quad i_2 - i_1 = T_0, \quad (3)$$

то можно считать, что на этом интервале значения ряда ошибочные, поскольку оно противоречит основной концепции теории ошибок.

В-третьих, не должно быть слишком резких отклонений температуры от значений в соседние дни. Для системы первичной обработки метеорологических данных разработан хороший статистический метод [3] обнаружения резких отклонений. В настоящей работе мы ограничились существенно более простым критерием:

$$\Delta t_1 = |t_i - t_{i-1}| < \Delta t_{kr}, \quad (4)$$

$$\Delta t_2 = |t_i - t_{i+1}| < \Delta t_{kr}, \quad (5)$$

где i такое, что $(t_i - t_{i-1})(t_i - t_{i+1}) < 0$.

Иначе говоря, если в течение трех суток межсуточные разности температуры имеют разные знаки, то их величина по модулю не должна превышать значение Δt_{kr} . Межсуточная изменчивость существенно зависит от характера колебания облачности в течение трех последовательных суток. Примем значение $\Delta t_{kr} = 20^\circ$, если в контролируемый день наблюдались осадки, и $\Delta t_{kr} = 15^\circ$ в остальных случаях.

Результаты контроля

При анализе суточных данных рассматривались только те записи, в которых признаки качества минимальной, средней и максимальной температур равны нулю. Выявлены 1463 случая несоответствия между температурой минимальной, средней и максимальной. Почти все случаи относятся к данным одной станции с синоптическим номером 23205. Фрагмент протокола результатов контроля приведен в табл. 1.

Таблица 1
Несоответствие максимальной, средней и минимальной температур воздуха

№ станции	Год	Ме- сяц	День	Минималь- ная темпе- ратура	Средняя темпера- тура	Максималь- ная темпера- тура
23205	2002	1	1	-23,8	-21,6	-25,9
23205	2002	1	2	-31,8	-21,6	-37,1
23205	2002	1	3	-33,9	-27,8	-39,8
23205	2002	1	4	-35,9	-34,8	-37,4
23205	2002	1	6	-29,9	-23,2	-43,4
23205	2002	1	7	-33,2	-23,2	-41,3
23205	2002	1	8	-34,8	-26,9	-42,0
23205	2002	1	9	-26,7	-25,7	-27,5
23205	2002	1	10	-23,0	-21,8	-26,6
23205	2002	1	11	-15,5	-9,4	-21,9
23205	2002	1	12	-5,0	-2,0	-9,7
23205	2002	1	13	-10,9	-4,0	-22,3
23205	2002	1	14	-8,4	-2,9	-21,3
23205	2002	1	15	-24,4	-11,5	-29,7
23205	2002	1	16	-20,8	-10,7	-30,9

Окончание табл. 1

№ станции	Год	Ме- сяц	День	Минималь- ная темпе- ратура	Средняя темпера- тура	Максималь- ная темпера- тура
23205	2002	1	17	-23,7	-20,6	-25,6
23205	2002	1	18	-14,1	-5,1	-25,7
23205	2002	1	19	-14,7	-12,0	-18,8
23205	2002	1	20	-22,6	-18,8	-26,2
23205	2002	1	21	-23,3	-17,6	-30,5
23205	2002	1	22	-18,8	-17,2	-19,9
23205	2002	1	23	-24,9	-19,3	-34,0
23205	2002	1	24	-25,5	-19,4	-37,0

Случаи, когда выполняется условие (3), могут возникать либо по причине недобросовестности наблюдателя, либо при занесении данных на технический носитель.

Анализ показал, что для минимальной температуры воздуха период T_0 может быть от 5 до 190 дней (табл. 2), что явно означает необходимость корректировки этих значений.

Для максимальной температуры количество аналогичных случаев существенно меньше (табл. 3).

Для среднесуточных значений оказалось всего два интервала продолжительностью 5 дней, на которых значения оказались одинаковыми с точностью до $0,1^\circ$ (табл. 4).

Условия (4), (5) для минимальной температуры не выполняются в 560 случаях, для максимальной температуры – в 335 случаях, а для среднесуточной температуры – в 103 случаях.

Например, для станции с синоптическим номером 29263 в 1951 году 13, 14 и 15 марта значения средней температуры, соответственно, равны -13,0; 3,6; -10,0, т.е. значение 3,6, скорее всего, является ошибочным, т.к. такое повышение при отсутствии осадков трудно объяснить.

Таблица 2

Продолжительность случаев с нулевой изменчивостью
для минимальной температуры

Стан- ция	Начало интервала			Конец интервала			Число дней	Зна- че- ние
	год	месяц	день	год	месяц	день		
32098	1912	6	24	1912	6	29	6	9,50
32411	1938	7	23	1938	7	27	5	10,30

Окончание табл. 2

Стан- ция	Начало интервала			Конец интервала			Число дней	Зна- че- ние
	год	месяц	день	год	месяц	день		
32564	1985	6	7	1985	6	12	6	3,00
33915	1910	5	11	1910	5	16	6	12,50
34880	1909	12	5	1909	12	9	5	0,00
35229	1907	7	2	1907	7	6	5	17,00
38262	2000	5	23	2000	5	30	8	0,00
38262	2000	6	4	2000	6	12	9	0,00
38262	2000	6	16	2000	9	18	95	0,00
38413	1999	8	23	1999	8	28	6	0,00
38413	2000	7	28	2000	8	3	7	0,00
38836	1961	8	26	1961	8	30	5	15,70
38927	1997	4	22	1997	5	5	14	0,00
38927	1997	5	7	1997	5	31	25	0,00
38927	1997	8	1	1997	8	31	31	0,00
38927	1997	10	1	1997	10	8	8	0,00
38927	1997	10	11	1997	10	24	14	0,00
38927	1997	10	26	1997	10	31	6	0,00
38927	1999	6	22	1999	9	27	98	0,00
38927	1999	9	30	1999	10	13	14	0,00
38927	1999	10	15	1999	10	25	11	0,00
38927	1999	10	28	1999	11	1	5	0,00
38927	2000	4	9	2000	10	15	190	0,00
38927	2000	10	17	2000	10	27	11	0,00

Таблица 3

Продолжительность случаев с нулевой изменчивостью
для максимальной температуры

Стан- ция	Начало интервала			Конец интервала			Число дней	Значе- ние
	год	месяц	день	год	месяц	день		
24507	1972	1	13	1972	1	19	7	-36,5
24507	1972	12	5	1972	12	16	12	-36,5
24507	1973	1	25	1973	1	30	6	-36,5
26406	1942	7	13	1942	7	17	5	17,9
31088	1939	12	10	1939	12	14	5	-24,9
32564	1972	10	31	1972	11	4	5	0,9
33915	1910	7	18	1910	7	22	5	26,2

В других случаях значения температуры имеют одинаковые знаки, но величина межсуточной изменчивости такова, что значения температуры в течение трех дней необходимо верифицировать независимым способом. Полные протоколы проверки по критериям (4), (5) всех трех характеристик очень велики, поэтому здесь приводятся только фрагменты этих протоколов (табл. 5–7).

Таблица 4

Продолжительность случаев с нулевой изменчивостью
для средней температуры

Стан- ция	Начало интервала			Конец интервала			Число дней	Зна- чение
	год	месяц	день	год	месяц	день		
30253	1957	2	20	1957	2	24	5	-33,8
36729	1976	9	27	1976	10	1	5	-15,6

Таблица 5

Результаты проверки на пределы межсуточной изменчивости
для минимальной температуры воздуха

№ стан- ции	Год	Ме- сяц	День	x1, T _m вчера	x2, T _m вчера	x3, T _m вчера	d1, x2 – x1	d2, x3 – x2	г, коли- чество осад- ков
20891	1991	4	9	-27,7	-6,6	-27,2	21,1	-20,6	6,2
21982	1927	1	12	-39,1	-12,6	-32,9	26,5	-20,3	0,0
22550	1885	1	4	-17,8	-33,0	-16,6	-15,2	16,4	0,0
22550	1885	1	5	-33,0	-16,6	-34,2	16,4	-17,6	0,0
22550	1976	3	2	-14,3	-30,2	-13,5	-15,9	16,7	0,0
22583	1917	1	22	-33,0	-8,2	-32,6	24,8	-24,4	1,4
22583	1930	2	15	-29,2	-12,9	-30,8	16,3	-17,9	0,0
22583	1941	1	15	-44,6	-23,9	-40,2	20,7	-16,3	0,0
22583	1941	4	5	-13,1	-29,7	-7,8	-16,6	21,9	0,0
22583	1945	3	24	-13,1	-29,5	-14,0	-16,4	15,5	0,0
22583	1948	2	19	-17,5	-38,0	-14,6	-20,5	23,4	0,0
22583	1949	3	28	-9,8	-25,7	-5,0	-15,9	20,7	0,0
22583	1949	4	3	-9,9	-25,4	-5,2	-15,5	20,2	0,0
22583	1952	3	28	-10,0	-25,2	-8,7	-15,2	16,5	0,0
22583	1954	3	15	-13,8	-31,6	-12,5	-17,8	19,1	0,0
22583	1958	4	1	-8,1	-25,8	-6,7	-17,7	19,1	0,0
22583	1959	3	25	-8,5	-23,9	-8,1	-15,4	15,8	0,0
22583	1964	3	8	-11,0	-30,8	-14,3	-19,8	16,5	0,0

Окончание табл. 5

№ стан-ции	Год	Ме-сяц	День	x1, Tm вчера	x2, Tm вчера	x3, Tm вчера	d1, x2 – x1	d2, x3 – x2	г, коли- чество осад- ков
22583	1966	3	9	-22,2	-38,6	-22,8	-16,4	15,8	0,0
22583	1969	3	17	-32,9	-7,6	-23,6	25,3	-16,0	0,0
22583	1975	3	2	-17,8	-33,3	-14,3	-15,5	19,0	0,0
22583	1975	3	8	-4,6	-22,7	-4,7	-18,1	18,0	0,0
22583	1992	1	1	-7,1	-32,3	-12,2	-25,2	20,1	0,8
22583	1996	1	1	-6,4	-35,3	-14,0	-28,9	21,3	0,3
22583	1996	3	7	-12,3	-31,4	-10,0	-19,1	21,4	0,0
22583	2002	3	28	-12,6	-28,4	-10,0	-15,8	18,4	0,0
22583	2003	2	20	-15,6	-32,3	-11,4	-16,7	20,9	0,0

Таблица 6

Результаты проверки на пределы межсуточной изменчивости
для максимальной температуры воздуха

№ стан-ции	Год	Ме-сяц	День	x1, Tx вчера	x2, Tx вчера	x3, Tx вчера	d1, x2 – x1	d2, x3 – x2	г, коли- чество осад- ков
20674	1983	12	9	-19,1	-2,1	-22,5	17,0	-20,4	0,0
20674	2004	11	25	-8,8	-24,5	-5,7	-15,7	18,8	0,0
20891	1938	1	22	-15,8	-33,7	-16,7	-17,9	17,0	0,0
20891	1948	1	30	-22,3	-39,5	-19,5	-17,2	20,0	0,0
20891	1949	4	11	-3,1	-23,1	-7,7	-20,0	15,4	0,0
20891	1960	12	14	-12,9	-28,9	-10,9	-16,0	18,0	0,0
20891	1967	1	4	-13,3	-35,8	-18,6	-22,5	17,2	0,0
20891	1973	2	21	-17,3	-36,4	-19,3	-19,1	17,1	0,0
20891	1975	12	1	-24,7	-40,2	-24,2	-15,5	16,0	0,0
20891	1986	11	29	-9,5	-29,6	-12,4	-20,1	17,2	0,0
20891	1987	1	23	-41,3	-14,1	-36,7	27,2	-22,6	1,8
21946	1991	3	24	-31,7	-3,8	-23,4	27,9	-19,6	0,0
22550	1885	1	4	-1,8	-26,2	-10,0	-24,4	16,2	0,0
22550	1885	1	5	-26,2	-10,0	-29,4	16,2	-19,4	0,0
22550	1964	1	23	-0,9	-19,1	-2,7	-18,2	16,4	0,0
22550	1968	11	30	-15,1	-30,2	-13,9	-15,1	16,3	0,0
22550	1980	1	17	-5,4	-26,8	-8,9	-21,4	17,9	0,0
22550	1990	12	6	-6,7	-23,3	-3,7	-16,6	19,6	0,0
22550	2002	12	8	-2,7	-19,0	-2,0	-16,3	17,0	0,0

Таблица 7

Результаты проверки на пределы межсуточной изменчивости
для средней температуры воздуха

№ станции	Год	Месяц	День	x1, Тс вчера	x2, Тс вчера	x3, Тс вчера	d1, x2 – x1	d2, x3 – x2	г, количество осадков
20891	1986	11	29	-18,1	-34,4	-16,7	-16,3	17,7	0,0
20891	1993	3	22	-26,9	-6,2	-28,9	20,7	-22,7	3,4
22550	1885	1	4	-7,5	-29,6	-14,1	-22,1	15,5	0,0
22550	1885	1	5	-29,6	-14,1	-32,1	15,5	-18,0	0,0
22583	1954	1	4	-15,3	-34,0	-17,8	-18,7	16,2	0,0
22583	1972	1	9	-15,4	-38,9	-12,5	-23,5	26,4	0,0
22583	1973	12	30	-3,6	-24,4	-1,3	-20,8	23,1	0,2
22583	1973	12	31	-24,4	-1,3	-21,4	23,1	-20,1	6,3
22602	1978	1	6	-15,0	-31,0	-8,0	-16,0	23,0	0,0
22602	1980	12	15	-7,4	-28,4	-10,8	-21,0	17,6	0,0
22641	1968	11	30	-11,4	-28,3	-9,4	-16,9	18,9	0,0
22887	1972	1	9	-6,7	-28,1	-11,0	-21,4	17,1	0,0
23146	1986	3	14	-6,6	-22,0	-6,1	-15,4	15,9	0,0
23205	1927	1	23	-15,2	-34,9	-19,5	-19,7	15,4	0,0
23205	1996	1	1	-6,4	-25,1	-9,2	-18,7	15,9	0,0
23205	1997	11	21	-6,4	-26,5	-10,9	-20,1	15,6	0,0
23205	2001	1	21	-11,9	-28,6	-11,8	-16,7	16,8	0,0

Применения системного синтеза для оценки качества архивных данных и верификации сомнительных значений

Толерантные пределы, используемые для выявления сомнительных значений, невозможно обосновать в принципе. Иначе бы это означало, что нам известны все законы, по которым изменяется температура воздуха. Поэтому выбор толерантных пределов преследует лишь одну цель: количество ошибок 1-го и 2-го рода, которое генерирует система контроля, должно быть оптимальным с точки зрения соотношения качества данных и трудозатрат на получение информации. Вместе с тем ясно, что чем больше мы знаем о закономерности формирования временного ряда, тем меньше интервал неопределенности и тем меньше интервал толерантности. Следовательно, чем больше система контроля использует

закономерные свойства временных рядов, тем выше эффективность контроля. В методах контроля в системе первичной обработки метеорологических данных используются лишь самые простейшие закономерности на очень малых пространственно-временных интервалах, и это вполне объяснимо, поскольку текущий (обрабатываемый) поток данных невелик. Иное дело – архивные данные. Они охватывают значительные пространственно-временные области метеорологических процессов. Поэтому здесь возможно использование существенно более важных закономерностей. Важно только, чтобы эти закономерности носили эмпирический характер, поскольку теоретические модели метеорологических процессов сами нуждаются в верификации данными наблюдений.

Поясним идею использования закономерностей для обнаружения ошибок.

Пусть мы имеем n взаимосвязанных между собой значений переменной $y_1, y_2, \dots, y_i, \dots, y_n$, т.е. можно записать $F(y_1, y_2, \dots, y_i, \dots, y_n) = 0$. Найдем эмпирическую зависимость между этими переменными

$$f(\hat{y}_1, \hat{y}_2, \dots, \hat{y}_i, \dots, \hat{y}_n, e_1, e_2, \dots, e_i, \dots, e_n), \quad (6)$$

где $y_1 = \hat{y}_1 + e_1, y_2 = \hat{y}_2 + e_2, \dots, y_i = \hat{y}_i + e_i, y_n = \hat{y}_n + e_n, e_k = \delta_k + \varepsilon_k, \varepsilon_k = 0$, для всех $k \neq i, \varepsilon_i = \Delta, \delta_k$ – неустраняемые погрешности эмпирической модели, Δ – ошибка, привнесенная в значения переменной y внешними причинами, не связанными с измеряемым процессом.

Чем больше f включает закономерные изменения, тем больше дисперсия значений $\hat{y}_i$, по сравнению с δ_i , тем меньше будет интервал толерантных пределов и тем будет меньшим уровень обнаружения ошибки Δ .

Принципы системного синтеза [1] позволяют наиболее полно (по сравнению с другими эмпирическими подходами) учесть закономерные изменения процессов в атмосфере. Идея системного синтеза базируется на фундаментальных знаниях, одним из которых является принцип «золотой пропорции». В приложении к метеорологическим процессам этот принцип означает, что при циклическом изменении потока солнечной радиации состояния атмосферы являются подобными между собой. Например, суточные колебания в один и тот же день года на одной и той же станции, но за разные годы, являются подобными, т.е. линейно зависимыми между собой. То же самое можно сказать и для полей температуры

на полушарии. Они тоже подобны между собой, хотя сами поля являются чрезвычайно сложными функциями от широты и долготы. На основании подобия множества реализаций вытекает, что в качестве функции f можно использовать средние многолетние поля, средний многолетний годовой или суточный ход и каждую реализацию линейно выразить через соответствующую эмпирическую функцию. Такое описание данных является максимально эффективным, т.к. при этом используется всего два параметра и «естественная» функция, присущая измеряемому процессу.

Покажем, как эту идею можно реализовать на примере описания какой-нибудь характеристики температуры воздуха за сутки t . Представим значения t за i -тый день на k -той станции j -го года в виде

$$t(i,j,k) = b_0(j,k) + b_1(j,k)\varphi(i) + e(i,j,k), \quad (7)$$

где b_0, b_1 – параметры подобия, $e(i,j,k)$ – невязки колебаний t , включающие все масштабы меньше года, $\varphi(i)$ – средние многолетние значения.

Двумерные поля параметров $b_0(j,k)$, $b_1(j,k)$ также подобные между собой, поэтому можно записать

$$b_0(j,k) = c_0(j) + c_1(j) B_0(k) + e_{b_0}(j,k), \quad (8)$$

$$b_1(j,k) = d_0(j) + d_1(j) B_1(k) + e_{b_1}(j,k), \quad (9)$$

$B_0(k)$, $B_1(k)$ – средние многолетние поля параметров $b_0(j,k)$, $b_1(j,k)$ соответственно.

Значения $c_0(j)$, $c_1(j)$, $d_0(j)$, $d_1(j)$ характеризуют межгодовые изменения во времени полей параметров годового хода. Подставляя (8), (9) в (7), получим

$$u(i,j,k) = \hat{u}(i,j,k) + e(i,j,k), \quad (10)$$

$$\hat{u}(i,j,k) = c_0(j) + c_1(j)B_0(k) + [d_0(j) + d_1(j)B_1(k)]f(i). \quad (11)$$

Выражение (10) представляет динамические «нормы», изменяющиеся с дискретностью один год. Квадратичные формы отклонений от «норм» $s(\varphi, \lambda, t, \xi) = \sqrt{e^2}(\varphi, \lambda, t, \xi)$ за разные годы также подобны между собой, т.е. можно записать выражение

$$s(i,j,k) = a_0(i,k) + a_1(i,k)fs(j,k) + es(i,j,k), \quad (12)$$

где $fs(\varphi, \lambda, \xi)$ – многолетний годовой ход s в точке (k) .

В результате самоорганизации параметры (12) также оказываются согласованными по пространству, поэтому их также можно представить в виде:

$$a_0(\varphi, \lambda, t) = p_0(t) + p_1(t) v_s(x, y) + e_{a0}(\varphi, \lambda, t), \quad (13)$$

$$a_1(\varphi, \lambda, t) = q_0(t) + q_1(t) \psi_s(x, y) + e_{a1}(\varphi, \lambda, t), \quad (14)$$

где значения $p_0(t)$, $p_1(t)$, $q_0(t)$, $q_1(t)$ характеризуют межгодовые изменения параметров a_0 , a_1 , v_s , ψ_s – многолетние поля параметров a_0 , a_1 .

Параметры $c_0(t)$, $c_1(t)$, $d_0(t)$, $d_1(t)$, $p_0(t)$, $p_1(t)$, $q_0(t)$, $q_1(t)$ являются глобальными (климатическими), если сетка, на которой они получены, является глобальной. Очевидно, что эти параметры должны изменяться во времени взаимосвязанно, т.е. можно записать еще одно уравнение

$$F[c_0(t), c_1(t), d_0(t), d_1(t), p_0(t), p_1(t), q_0(t), q_1(t)] = 0. \quad (15)$$

Выражение (15) отражает изменение климата в фазовом пространстве. Из него следует равноценность двух понятий изменения климата:

1) как изменения параметров полей средних значений (c_0 , c_1 , d_0 , d_1 , p_0 , p_1);

2) как изменение полей режима флуктуаций (q_0 , q_1).

Архив можно считать климатически однородным (качественным), если все компоненты выражений (6) – (9), (11) – (13) являются статистически однородными в пространстве и во времени. В этом состоит основной принцип применения системного синтеза для контроля архивных данных. От квадратичных форм отклонений e_{b0} , e_{b1} , e_{a0} , e_{a1} можно перейти к алгебраическим значениям, и в этом случае они будут характеризовать процессы синоптического масштаба в «чистом» виде, поскольку внутрисуточные, внутригодовые и климатические изменения учтены в значениях параметров. Это создает возможность для идентификации таких синоптических объектов, как воздушные массы, циклоны и антициклоны без анализа синоптических карт. Возникновение синоптического объекта невозможно предсказать с высокой степенью надежности с заблаговременностью, превышающей характерное время его жизни. Но можно найти эмпирическую модель его эволюции, если известно множество таких объектов и эту модель можно рассматривать как искомую функцию (6). Кроме того, модели синоптических объектов можно использовать для оценки условий образования стихийных явлений и эти условия рассматривать как важные критерии оценки достоверности локальных экстремумов («поворотных» точек временного ряда).

Некоторые типы пакетных ошибок можно выявить путем проверки статистической однородности слагаемых в правой части выражений (7) – (10), (12) – (14). Например, если имеется систематическая ошибка в температуре в течение какого-нибудь года, то это может привести к резкому отклонению значений параметра b_0 от значений в соседние годы. Систематические ошибки за более короткий период можно обнаружить с помощью анализа отклонений $e(i,j,k)$ в (7). Сложные (прогрессирующие) систематические ошибки могут проявиться при анализе параметров других. Таким образом, решая задачу описания климатических изменений с помощью системного синтеза, одновременно можно решить задачу оценки качества архивных данных.

Список литературы

1. Малинецкий Г.Г., Потапов А.Б. Современные проблемы нелинейной динамики. М.: Едиториал УРСС, 2002. 360 с.
2. Степаненко С.Р., Воронцов А.А. Принципы системного синтеза эмпирических законов сложных систем на примере моделирования климата // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2009. № 5. С. 65–74.
3. Степаненко С.Р., Шаймарданов М.З., Пуголовкин В.В. О выявлении систематических ошибок в метеорологических архивах данных // Метеорология и гидрология. 1996. № 1. С. 58–67.
4. Haselmann K. Klimamodelle // Annalen Meteorologi (Neu Folge). 1980. N 15. P. 81–82.
5. Razuvayev V.N., Apasova E.G., Martuganov R.A., Steurer P., Vose R. Daily Temperature and Precipitation Data for 223 USSR Stations. ORNL/CDIAC. Numerical data package - 040. Oak Ridge, Tennessee, USA: Oak Ridge National laboratory. 1993.

СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ БАЗЫ ПО ДАННЫМ СПРАВОЧНИКА ГОСУДАРСТВЕННОГО ВОДНОГО КАДАСТРА (ГВК) «ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ»

В шестидесятых годах прошлого века было подготовлено справочное пособие «Гидрологическая изученность» (далее – Справочник), которое вышло в серии материалов под общим названием «Ресурсы поверхностных вод СССР». Справочник делится на 20 томов, часть из которых представлена несколькими выпусками. В основу деления Справочника на тома и выпуски положен принцип принадлежности территории к крупным речным бассейнам. В Справочнике приведен список водных объектов территории, расположенных в соответствии с гидрографической схемой, в котором указаны порядковые номера и наименования водных объектов (в табл. 2 – для водотоков, в табл. 4 – для водоемов). Табл. 2 и 4 содержат также сведения о размерах и площадях водосборов водных объектов, куда и с какого берега впадают водотоки, принадлежность к бассейну реки водоемов и некоторые другие характеристики. В Справочник включено подавляющее большинство водных объектов суши территории бывшего СССР, сведения о которых в Российской Федерации являются официальными до настоящего времени.

Бесспорно, настоящее и будущее информационных систем связано со средствами автоматизации и вычислительной техники, поэтому проблема представления сведений и данных по водным объектам на электронных носителях в современных информационных системах является актуальной и сегодня.

В рамках работ по созданию электронной базы данных по водным объектам России Автоматизированной информационной системы Государственного водного реестра (АИС ГВР) по заказу Федерального агентства по водным ресурсам Министерства природных ресурсов России в 2008 году во ВНИИГМИ-МЦД было произведено занесение на технический носитель сведений из Справочника по водотокам (табл. 2) и водоемам (табл. 4). В процессе занесения данных, по принятой в гидрологии методике, выполнено преобразование порядкового номера водного объекта, указанного в

табл. 2 и табл. 4, в цифровой девятизначный код [1]. Код состоит из кода вида водного объекта (водотоки – 1, водоемы – 2), двузначного номера тома и однозначного номера выпуска Справочника, пятизначного порядкового номера водного объекта, соответственно, в табл. 2 и табл. 4 каждого тома и выпуска Справочника. Недостающее количество цифр до заданного предела номера тома и водного объекта восполнено впереди стоящими нулями.

В процессе оцифровки во главу угла был поставлен принцип сохранения целостности информации – неизменности сведений и данных на электронном носителе по отношению к сведениям, опубликованным в таблицах Справочника, что обеспечивалось специально разработанными методиками занесения данных и их верификации.

Однако в процессе работы пришлось решать ряд проблем.

Во-первых, в некоторых томах и выпусках Справочника в списках порядковые номера водных объектов были представлены не только в цифровом формате фиксированной длины, но и с добавлением буквенных индексов при одинаковых цифровых номерах, что неприемлемо при автоматизированной обработке данных. Чтобы не нарушать последовательность цифровых номеров в электронной копии Справочника, водные объекты с наличием буквенного индекса были вынесены в конец списка каждой из заносимых таблиц, хотя такой прием и нарушил принцип гидрографической схемы.

Во-вторых, в Справочнике не приведены коды (порядковые номера) водных объектов, в которые впадают водотоки, а их наименования отличаются излишней детализацией, что во многих случаях приводит к несоответствию наименований водных объектов в их списках и в сведениях, куда впадает водоток. Следовательно, и в полученной электронной копии Справочника сохранилась эта проблема.

Учитывая, что работа с базами данных на электронных носителях требует строгой регламентации сведений, содержащихся в них, потребовалось определенное преобразование данных созданной электронной копии Справочника. Была произведена унификация наименований водных объектов в графе «Куда впадает» табл. 2 и в их списках в табл. 2 и табл. 4, чтобы обеспечить автоматизированное присвоение кодов водным объектам, в которые впадают водотоки. Присвоение кодов производилось по наименованию водного объекта в списке и в графе «Куда впадает», т.е. переносился код из списка, соответственно, табл. 2 или табл. 4.

Однако для значительного количества водных объектов коды не были присвоены автоматически по объективным причинам:

1) в списках отсутствуют наименования водных объектов, указанные в графе «Куда впадают»;

2) наличие водных объектов с одинаковыми наименованиями, принадлежащих одним или разным бассейнам;

3) водный объект никуда не впадает (пересыхает, разбирается на орошение, разветвляется на оросительные каналы, теряется в болоте, на пойме, в песках и т.п.);

4) впадает в один из видов морских акваторий (море, залив, пролив, губа и т.п.);

5) наличие ошибок, допущенных в Справочнике или при занесении данных на технический носитель.

В указанных случаях кодирование производилось вручную с привлечением дополнительных материалов Справочника: пояснений к табл. 2 и табл. 4, алфавитного списка и схем расположения водных объектов, а также разработки дополнительных методов кодирования.

В случае отсутствия водного объекта в списке или водоток никуда не впадает заносился, соответственно, однозначный код 9 или 4.

Отдельный вопрос – кодирование морских акваторий. Хотя существует несколько кодификаторов морских акваторий, однако применить их для целей ГВК не представилось возможным. Эти кодификаторы построены на других принципах, чем принято в ГВК, и не содержат того огромного количества морских акваторий, в которые впадают реки России, и приведены в Справочнике. Разработка метода кодирования морских акваторий для применения в ГВК выполнена с использованием кодификатора морских акваторий, разработанного в Государственном научно-исследовательском институте картографии в рамках создания ЕСИМО (далее – Документ). Из указанного Документа заимствовано кодирование выделенных типов морских акваторий, а также порядковые номера приведенных в нем акваторий у берегов России.

Выделенным типам морских акваторий в Документе присвоены коды: океан – 1, море – 2, пролив – 3, залив – 4, губа – 5, внутренний морской район – 6. Присвоены порядковые номера 73 морским акваториям у российских берегов: океаны – 2, моря – 13, проливы – 18, заливы – 29, губы – 11. Поскольку наибольший порядковый номер в используемой части Документа 231, то морским акваториям, приведенным в Справочнике и отсутствующим в Документе, присвоены порядковые номера, начиная с номера 250 и

по 946, с целью исключения повторения номеров, заимствованных из Документа и присвоенных нами. Таким образом, была получена основа для разработки системы кодирования и, следовательно, присвоения кодов морским акваториям в ГВК.

По требованию ГВК код должен включать девять символов [1]. Чтобы отличить морские акватории от водотоков и водоемов на суше, первым отличительным символом их кода принята буква «М». Следующий один символ – цифровой код типа морской акватории, обозначающий океан (код 1) или море (код 2) из Документа (обозначим «К»). Три следующих символа – цифровой порядковый номер океана или моря из Документа (обозначим «МММ»). Один следующий символ – цифровой код типа морской акватории, относящейся к указанному морю или океану, т.е. пролив – 3, залив – 4, губа – 5, взят из Документа (обозначим «Т»). Три следующих символа – цифровой порядковый номер морской акватории (залива, пролива и т.п.) взят из Документа по номер 231 или присвоенный нами, начиная с номера 250 (обозначим «ААА»). Следовательно, код морской акватории, в которую впадает водоток, в ГВК имеет вид «МКМММТААА». Недостающее количество цифр порядкового номера моря (океана) – «МММ» и акватории – «ААА» – до трех восполняется впереди стоящими нулями. Если нужно указать только код моря (океана), вместо типа и порядкового номера морской акватории («Т» и «ААА») ставятся нули. Код имеет вид МКМММ0000.

Выше описанными приемами автоматически или вручную была произведена оцифровка всех водных объектов, в которые впадают водотоки России, представленные в Справочнике.

Однако остаются проблемы дальнейшей работы с электронной версией Справочника, обусловленные, во-первых, тем, что до настоящего времени отсутствуют единые методические требования по расположению в списке водных объектов, цифровые порядковые номера которых приведены с буквенным индексом, во-вторых, по пополнению списка водными объектами, отсутствующими в изданном Справочнике, однако изученными за прошедший со времени его выхода период.

Список литературы

1. Каталог кодов пунктов гидрологических наблюдений (на реках, каналах, озерах, водохранилищах, морях и морских устьях рек). Часть 1. Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 1978. 197 с.

ПОСТРОЕНИЕ ХРАНИЛИЩА ДАННЫХ ЦЕНТРА ЕСИМО НА ОСНОВЕ ИНСТРУМЕНТОВ ORACLE

Введение

Технология хранения данных ЕСИМО предназначена для повышения уровня сохранности данных, а также повышения производительности работы общесистемных компонент в центре ЕСИМО. Технология хранения данных повышает надежность хранения данных и концентрацию их в одном месте, упрощает восстановление при сбоях или утере данных.

В настоящий момент инфраструктура центрального узла ЕСИМО на площадке г. Обнинска ГУ «ВНИИГМИ-МЦД» включает в себя четыре сервера баз данных (два основных DBServ, RealTime), хранилище данных – DBGlobal и резервный сервер БД Standby с управляющим сервером резервирования GridControl, сервер приложений портала ЕСИМО APServ, сервер интеграции – SI, сервер «Поставщик данных» – DP, отладочный комплекс APTest сервера приложений JBOSS. Состав серверов и программных средств представлен на рис.1.

В связи с необходимостью создания дублирующего звена на площадке г. Москвы данная схема перестала отвечать требованиям работы порталных технологий. Дополнительное звено должно соответствовать всем заявленным требованиям к основному звену. Необходимым условием работы дополнительного узла является репликация обновляемых данных и приложений. Работа для пользователя должна быть прозрачна вне зависимости от того, с какой частью системы он работает: с основной или дополнительной.

1. Методика

Для того чтобы система ЕСИМО соответствовала заявленным требованиям (построение дополнительного узла), была спроектирована новая схема (рис. 2).

Реструктуризация схемы направлена в основном на создание новых направлений потоков данных (репликаций, рис. 3). В новой схеме вся работа с изменением, обновлением, удалением данных ведется в Хранилище данных (сервер DBGLOBAL#1), которые

впоследствии реплицируются в оперативные БД (БД WO, располагающиеся на сервере DBServ#1 и DBServ#2). Оперативная БД в свою очередь предоставляет данные только для просмотра, никаких изменений в этих БД не допустимо. В дополнении оперативные БД принимают реплицируемые данные из Хранилища данных по расписанию.

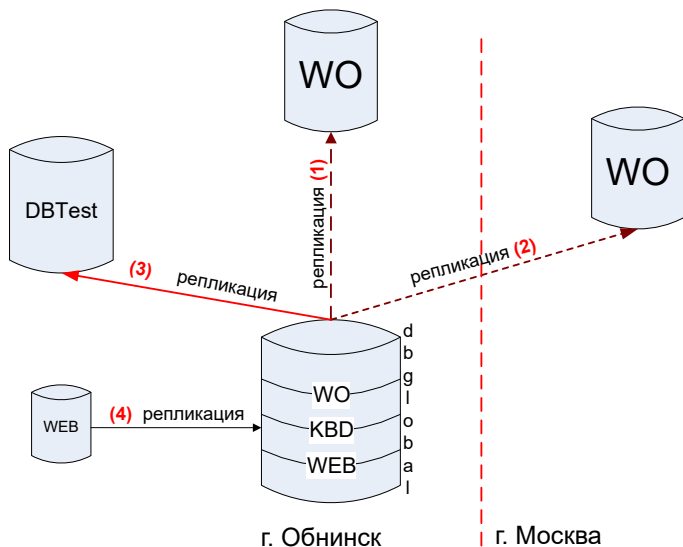


Рис. 3. Направления потоков репликации данных БД ЕСИМО

2. Репликация

Репликация в Oracle предоставляет метод тиражирования данных и объектов (таблицы, последовательности, объекты PL/SQL и т.д.) среди нескольких БД. Существуют два механизма: репликация снимков и репликация с несколькими ведущими узлами. Определение последнего в терминах Oracle звучит так: «репликация с несколькими ведущими узлами, также известная как равноправная (peer-to-peer) или n-маршрутная (n-way) репликация, предоставляет нескольким узлам, действующим на равноправных условиях, возможность управлять реплицируемыми объектами. Приложения могут модифицировать любую реплицированную таблицу на любом узле». По существу, репликация с несколькими

ведущими узлами позволяет создавать распределенные БД, где каждая ведущая БД (master database) содержит самые последние данные и самые последние изменения в схеме. Это отличает ее от репликации снапшотов, которая в определенный момент времени копирует данные с ведущего узла (master site).

2.1. Репликация схем

В соответствии с новой схемой построения централизованного хранилища данные в оперативную и тестовую БД необходимо реплицировать по следующей схеме (рис. 4). Такой подход снижает риски отсутствия в целевой БД (БД, в которую производят репликацию данных) новых объектов, которые были созданы в схеме БД источника (БД из которой реплицируют данные). Используя данную методику, после того, как в схеме источника появляется объект, он автоматически реплицируется в схему приемника.

2.1.1. Репликация данных в оперативные БД

Источником данных для репликации в оперативные БД служит хранилище данных (сервер DBGLOBAL#1, БД Dbglobal). Репликации подвергается 30 схем.

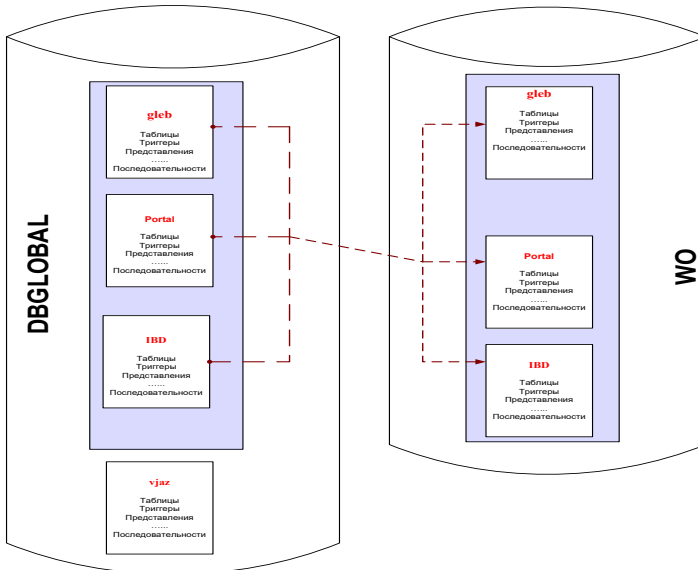


Рис. 4. Репликация заданного перечня схем на примере хранилища и одной оперативной БД

Приемником реплицируемых данных выступают две идентичные оперативные БД «WO», одна БД находится на сервере DBServ#1 в г. Обнинске, вторая – на сервере DBServ#2 (г. Москва) (рис. 2). Схематически потоки данных на рис. 3 отмечены цифрами «(1)» и «(2)».

2.1.2. Репликация данных в тестовую БД

Источником данных для репликации в тестовую БД служит хранилище данных (сервер DBGLOBAL#1, БД Dbglobal). Репликации подвергаются 30 схем.

Приемником реплицируемых данных выступает БД «DBTEST» на сервере APTest#1 в г. Обнинске. Схематически поток данных на рис. 3 отмечен цифрой «(3)».

2.1.3. Репликация данных в Хранилище данных

Источником данных для репликации в хранилище данных (сервер DBGLOBAL#1, БД Dbglobal) является база оперативных данных «WEB», располагающаяся на сервере RealTime#1 (рис. 2). Схематически поток данных на рис. 3 отмечен цифрой «(4)».

Поскольку в Хранилище данных уже существуют схемы с одинаковыми названиями, необходимо провести анализ существующих схем в приемнике (БД «DBGLOBAL») и источнике (БД «WEB»). Требуется выявить, нет ли в источнике используемых объектов с такими же названиями, что и в приемнике, но с разным функционалом.

2.2. Организация потоков переноса данных

При внесении изменений в схему Хранилища данных, которая находится в списке схем, подверженных репликации, необходимо эти данные реплицировать не в одну БД, а в несколько. Так, некоторые схемы реплицируются не в одно место назначения, а как минимум в три (тестовая БД, оперативные БД на площадке г. Обнинска и г. Москвы). В связи с этим потоки данных организовываются следующим образом:

первый поток: (STREAMS_CAPTURE_WO_OBNINSK_Q) реплицирует данные в оперативную БД «WO» на площадке г. Обнинска каждые 2 часа;

второй поток: (STREAMS_CAPTURE_WO_MOSKOW_Q) реплицирует данные в оперативную БД «WO» на площадке г. Москвы каждые 2 часа;

третий поток: (STREAMS_CAPTURE_TEST_OBNINSK_Q) реплицирует данные в тестовую БД «DBTEST» на площадке г. Обнинска каждые 2 дня.

3. Резервирование ХД

У любой производственной БД должна быть возможность восстановиться после сбоя. Хранилище данных выступает в роли важного стратегического объекта работы ЕСИМО и требует тщательного проектирования режима архивирования и восстановления. Для таких нужд предлагается использовать возможности Oracle Recovery Manager.

Для работы RMAN необходимо, чтобы БД работала в режиме архивирования (archive mod). Когда БД работает в режиме архивирования, СУБД Oracle создает журналы изменений (архивные журналы), которые сохраняются на диске сервера. Чем выше активность БД, тем больше суммарные суточные объемы архивных журналов. К примеру, оперативная БД WO на данный момент генерирует в среднем 10Гб журналов изменения. С такой скоростью роста журналов свободного дискового пространства может надолго не хватить. Для этих целей организовывается передача журналов изменений с сервера Хранилища данных на ленточную библиотеку IBM Z900. После того, как произведены соответствующие настройки для передачи архивных журналов и вспомогательных файлов, требуемых технологией RMAN для восстановления, у Хранилища данных появляется возможность восстанавливать данные при сбое.

Резервирование должно происходить по следующей схеме:

- создание наборов для резервирования (восстановления) должно осуществляться каждый день в 20.00 при помощи утилиты Oracle RMAN;

- копирование наборов для резервирования (восстановления) должно осуществляться каждый день в 21.00 при помощи утилиты Tivoli Storage Manager;

- запуск скрипта по очистке наборов для резервирования (восстановления) должен осуществляться каждый день в 23.00;

- хранение наборов для резервирования (восстановления) на ленточной библиотеке должно составлять 40 дней;

- хранение наборов для резервирования (восстановления) на сервере должно составлять 4 дня.

4. Именованние объектов БД

4.1. Именованние схем

В Хранилище данных есть три типа схем, содержащих в себе разные объекты по назначению и использованию. Такими типами являются пользователи, приложения и схемы, хранящие данные. Дабы повысить порядок в БД, необходимо разделить именованние разных типов схем в соответствии с префиксами:

- `app_` – для схем, через которые приложения обращаются к БД (например: `app_soi`, `app_storm`);
- `dat_` – для схем, в которых хранятся сырые данные (например: `dat_black_sea`, `dat_ship`);
- `usr_` – для схем, через которые работают пользователи (например: `usr_Fedortsov`, `usr_Puzova`).

При таком подходе пользователь в своей рабочей схеме может создавать только вспомогательные либо временные объекты для работы либо отладки. При переходе его в другое подразделение, либо переходе на другую должность, не связанную с работой в БД, его схема может быть удалена, не заботясь о критичности объектов его схемы. Подобным образом ситуация обстоит и со схемами приложений: при решении более не использовать то или иное приложение его схема удаляется целиком. Ни одно приложение не должно записывать данные в таблицы своей схемы, все данные должны писаться в схемы для данных, за исключением лишь того случая, если приложение нуждается в некоторой временной таблице. Для достижения большего порядка схемы пользователей необходимо перенести в тестовую БД.

4.2. Именованние объектов

Для упрощения понимания и поиска объектов в БД необходимо именовать их осмысленным способом. Имена должны быть не слишком короткими и не слишком длинными, должны отражать коротким именем свое предназначение. Именоваться объекты в БД должны в единственном числе. Именованние представлений предлагается с использованием префикса «V_» (например: `V_CRUISE_GEO_M`, `V_CODE2_M`) для отсутствия путаницы между таблицами и представлениями. Для именования материализованных представлений предлагается использовать префикс «MV_» (например: `MV_INFORMER`, `MV_BUOY`).

Заключение

В статье представлены не все мероприятия, которые необходимо осуществить для построения качественного хранилища данных. Каждая область запрашивает свои требования к аудиту, доступу, производительности, доступности и другим критериям. Исходя из перечня мероприятий, представленных в статье, можно понять, что построение хранилища данных является достаточно трудоемким занятием, требующем большого внимания к деталям.

Список литературы

1. Белов С.В., Вязилов Е.Д., Сухонос С.В., Карпенко Г.А., Казельский И.И. Технология и опыт построения Единой системы информации об обстановке в Мировом океане для комплексного информационного обеспечения пользователей // Научный сервис в сети Интернет: технологии распределенных вычислений. Труды Всероссийской научной конференции.
2. Менаске Д., Альмейда В. Производительность Web-служб. Анализ, оценка и планирование. М.; СПб.: ДиаСофт, 2003. С. 69–111.
3. Смит К., Хейсли С. Резервное копирование и восстановление. М.: Тиль, 2004, 2005. 444 с.
4. Менаске Д., Альмейда В. Производительность Web-служб. Анализ, оценка и планирование. М.; СПб.: ДиаСофт, 2003. С. 349–352.
5. Шаша Д., Бонне Ф. Оптимизация баз данных. Принципы, практика, решение проблем. М.: Кудиц-Образ, 2004. С. 93–133.
6. Brad M.M. Using Performance Monitor to Identify SQL Server Hardware Bottlenecks. Режим доступа: <http://www.sql-server-performance.com/articles/audit1.aspx> свободный (яз. англ.).

*А.А. Коршунов, М.З. Шаймарданов,
И.Л. Шаймарданова*

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ЭКОНОМИКИ РОССИИ ДЛЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ: РЕЗУЛЬТАТЫ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ПОГОДЫ

От решений, которые принимаются в различных странах на основе предоставляемой гидрометеорологической информации и аналитических обобщений по климату, ежедневно зависит жизнь и экономическое благосостояние миллионов людей во всем мире. Этот неоспоримый факт, чему свидетельствуют многочисленные исследования [1–3, 5, 6, 9, 10, 12, 15–21, 23], демонстрирует высокую роль национальных гидрометеорологических служб (НГМС) в устойчивом развитии экономики и общества в целом.

Особенно это проявляется в тех случаях, когда неблагоприятные условия погоды (НУП) и опасные гидрометеорологические явления (ОЯ) воздействуют на население и экономику. Как показывают научные исследования и действительная реальность, такое воздействие часто оказывается существенным [1, 2, 5–7, 10, 17–21 и др.].

Если говорить о мировой экономике в целом, то можно отметить, что экономические потери от воздействия гидрометеорологических явлений в начале XXI века составляют более 100 млрд дол. США в год. Следует отметить, что эти потери постоянно нарастают. Это свидетельствует о том, что испытание общества стихией еще впереди.

Отмеченная тенденция существенного влияния гидрометеорологических условий на экономику подтверждается и в России. При этом известные на сегодня изменения климатических условий и крайне опасные проявления погоды ставят экономику страны в существенную зависимость от условий погоды. Экономика России во всем многообразии деятельности не только подвержена воздействию опасных гидрометеорологических условий, но и входит в климатический период растущего метеорологического риска. Потери по гидрометеорологическим причинам продолжают расти, характеризуются более широким охватом территорий. Это

объективный фактор растущей зависимости экономики от гидрометеорологических условий. По различным оценкам, которые проводились в России, ежегодный ущерб от воздействия опасных гидрометеорологических явлений и неблагоприятных условий погоды на территории России, составляет не менее 30–60 млрд рублей в год (1–2 млрд дол. США) [22]. Это, в частности, свидетельствует, что вся социальная и экономическая сфера страны находится в режиме постоянного испытания от неблагоприятных условий погоды и опасных гидрометеорологических явлений.

Потребности в действенных мерах по уменьшению негативных последствий стихийных бедствий, и в частности опасных гидрометеорологических явлений, отчетливо указывают на необходимость системного исследования угрозы их возникновения и уязвимости каждого региона России от их последствий при разработке региональных программ, стратегий и планов развития. Это важно для предотвращения дальнейших потерь в экономическом и социальном развитии из-за стихийных бедствий различного масштаба.

На территории России, обладающей чрезвычайно большим разнообразием климатических условий, встречаются более 30 видов ОЯ, за которыми Росгидромет ведет регулярные наблюдения с целью их обнаружения и прогнозирования. К ним относятся те явления, интенсивность которых превышает критические значения, установленные для данного района или сезона (типовой перечень ОЯ приведен в [14]). Эти явления фиксируются гидрометеорологическими станциями как при самостоятельном их проявлении, так и в определенных обусловленных природой сочетаниях друг с другом.

Целесообразно отметить, что гидрометеорологические станции фиксируют ОЯ в соответствии с утвержденными критериями без учета последствий их воздействия на экономику и население. Эти данные собираются и хранятся в Государственном фонде данных в ГУ «ВНИИГМИ-МЦД» на техническом носителе (ранее – на магнитных лентах, в настоящее время хранение гидрометеорологических данных, включая данные об ОЯ, производится на современных носителях прямого доступа). В ГУ «ВНИИГМИ-МЦД» ведется работа по выборке данных об ОЯ из основного архива, добавления явлений, нанесших ущерб. Таким образом формируется объединенный специализированный массив о наблюдавшихся опасных явлениях. Тем самым такой постанционный

массив данных об ОЯ, построенный в соответствии с критериями и гидрометеорологическими характеристиками, при достижении которых нанесен ущерб, является официальным массивом Росгидромета.

Более подробно о базах данных изложено в [4].

Хранение гидрометеорологических данных на техническом носителе позволяет сделать выборку и создать специализированные базы данных по конкретным видам опасных явлений определенной территории или создать специализированные климатические ряды, в зависимости от решаемой задачи. В исследованиях взаимосвязи экстремальных и опасных явлений используются чаще всего именно климатические ряды.

Следует отметить некоторые трудности, которые возникают при использовании этих данных [11].

Во-первых, некоторые ОЯ в слабо освещенных в метеорологическом отношении районах, пропускаются наблюдателями («проскакивают» между станциями).

Во-вторых, в ряде случаев трудно определить, одно и то же или два разных явления наблюдались на двух соседних станциях. В результате климатические характеристики по повторяемости ОЯ на станциях нельзя обобщить по району (территории).

В третьих, критерии ОЯ многократно менялись, что приводит к неоднородности климатических рядов.

Два последних замечания, как показывает практика исследований, устранимы. Наиболее существенным является первое замечание.

Опасные явления, особенно метеорологические, пропускаются наблюдателями не только в слабо освещенных в метеорологическом отношении районах, но и при проявлении локальных (местных) метеорологических явлений, которые не фиксируются наблюдателями на метеорологических станциях. Особенно это проявляется при возникновении трудно прогнозируемых конвективных явлений. В этом случае для повышения оправдываемости прогнозов конвективных явлений необходимы детальные данные, которые можно получить с метеорологических радаров. Однако и они, как показывает практическая деятельность, например США, Канады и Польши, не гарантируют пропуск опасного конвективного явления синоптиком.

Пропуск наблюдателя, когда опасное явление проходит между станциями, может быть восполнен только в том случае, если это

явление (или комплекс явлений) наносит экономические потери. Однако не все опасные явления по тем или иным причинам приводят к социально-экономическим потерям. Поэтому в настоящее время эти явления остаются не зафиксированными.

«Проскакивание» между станциями опасных явлений – достаточно редкая ситуация. Детальный анализ имеющихся статистических данных по Европейской территории России за 2000–2004 гг. показывает, что такая ситуация возникала два раза в мае 2003 года. Это можно увидеть из рис. 1.

Гидрометеорологическими станциями Южного Федерального округа было зафиксировано одно опасное явление в соответствии с имеющимися критериями. В то же время три метеорологических явления нанесли экономические потери. Так, например, 29 мая 2003 года в поселке Алексеевский Волгоградской области прошел град диаметром 50 мм. Данное локальное явление не было предусмотрено прогнозом. В результате был нанесен ущерб в размере 12,5 млн рублей.

Поскольку вблизи поселка метеорологическая станция отсутствует, то это явление было пропущено наблюдателем и не попало в массив данных Государственного фонда данных. Однако оно было зафиксировано Волгоградским ЦГМС, что позволило включить его в специализированную базу сведений.

Приведенный пример демонстрирует, что необходимо избирательное обобщение сведений с целью использования результатов их анализа при определении численных значений критериев, влияния условий погоды на экономику, а также эффективности основных направлений и критериев развития гидрометеорологического обеспечения потребителей.

Для выявления ситуаций, когда опасное явление «проскакивает» между станциями, а самое главное – для решения целого комплекса других задач, которые не связаны с изучением климатической повторяемости ОЯ как природного явления, привело к необходимости создания и ведения специализированной базы сведений. Это обусловлено также частой повторяемостью опасных явлений на территории России, которые наносят существенные социально-экономические потери.

В настоящее время в ГУ «ВНИИГМИ-МЦД» ведется специализированный массив сведений, в основу формирования и ведения которого положен следующий принцип: в массив сведений

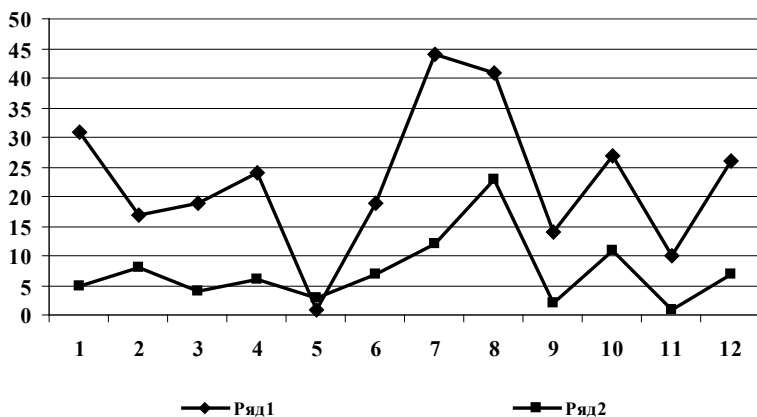


Рис. 1. Годовой ход числа опасных явлений в 2003 году на ЕТР, зафиксированных на станциях в соответствии с критериями ОЯ (ряд 1), и опасных явлений, нанесших экономические потери (ряд 2)

включаются все те неблагоприятные и опасные условия погоды и явления, которые наносят социальный и экономический ущерб. Другими словами, за основу берутся не только критерии опасных гидрометеорологических явлений, а также наличие социального и/или экономического ущерба.

Хотя имеющийся в настоящее время в Росгидромете массив и назван «массивом сведений об ОЯ», он включает в себя не только те явления, которые по определению (по критериям) попадают под понятие «опасные гидрометеорологические явления», но также и те условия погоды и явления, которые по определению попадают под понятие «неблагоприятные условия погоды». Более того, в нее не включаются явления и условия погоды, которые достигли критических значений или характеристик гидрометеорологических величин, но не нанесли никакого ущерба, т.е. не было экономических потерь.

Выбранный подход позволил включить в массив сведений не только гидрометеорологические характеристики, но также сведения об экономических потерях. Кроме этого включается другая социальная информация, как, например, меры помощи, принятые защитные меры или меры по ликвидации. В настоящее время в массив сведений включены все опасные явления и неблагоприятные

условия погоды, нанесшие экономические и социальные потери за 1991 г. – сентябрь 2009 года.

Информация об опасных явлениях, подготовленная по такой схеме, обобщается и систематизируется по многим аспектам: аналитические обобщения являются основой для оценки метеорологического риска проявления ОЯ на различных территориях; принятия обоснованных решений по обеспечению гидрометеорологической безопасности, защите населения и территорий от ОЯ; анализа эффективности мероприятий, направленных на снижение размера ущерба от ОЯ, в том числе анализа системы прогнозирования и ее совершенствования и развития, и т.д.

Так, например, на рис. 2 приведено распределение суммарного числа случаев опасных гидрометеорологических явлений и неблагоприятных условий погоды по годам за 1991–2008 гг., нанесшие социальные и экономические потери. Из рисунка следует, что на территории России фактически каждый день в году где-либо отмечается опасное гидрометеорологическое явление. Особенно это проявилось в 2007 году, когда было зарегистрировано 435 опасных явлений и неблагоприятных условий погоды. Особую тревогу вызывает концентрация опасной погоды, охватывающей отдельные регионы России (например, как следует из статистики, Северо-Кавказский регион, Читинская область, Алтайский край, Кемеровская область и др.).

На рисунке видна тенденция роста числа опасных гидрометеорологических явлений и комплексов неблагоприятных метеорологических явлений, нанесших социальные и экономические потери за последние 18 лет. При этом статистика показывает, что ежегодный прирост в среднем составляет 14–15 случаев.

Более 70% ОЯ и неблагоприятные условия погоды, нанесшие социальные и экономические потери, приходится на теплый период (апрель – октябрь) года, когда активизируются конвективные явления (рис. 3). Именно в этот период отмечается основная тенденция роста числа случаев ОЯ и НУП. Ежегодный прирост количества ОЯ и НУП в теплый период в среднем составляет 13 явлений в год.

На рис. 4 показан годовой ход среднемесячного числа ОЯ и НУП за 18-летний период. Годовой ход среднемесячного числа опасных явлений и неблагоприятных условий погоды имеет явно выраженный синусоидальный характер. Минимумы приходятся на март и октябрь. Это, по мнению авторов, связано с началом перестройки

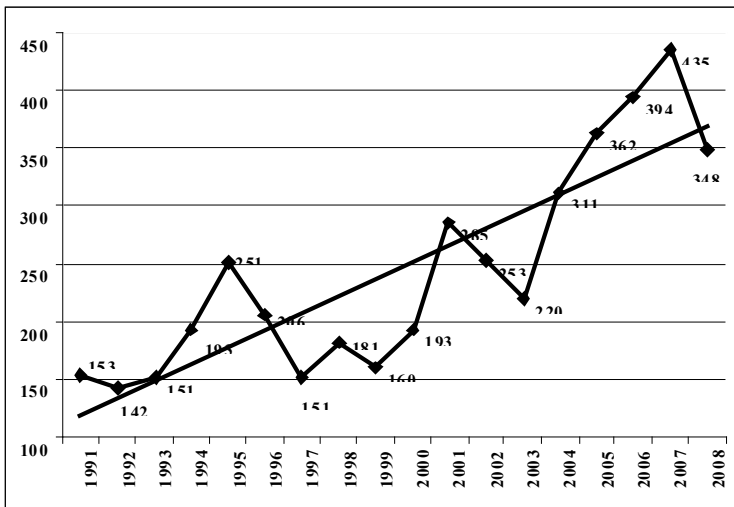


Рис. 2. Распределение суммарного числа случаев опасных гидрометеорологических явлений и комплексов неблагоприятных метеорологических явлений по годам за 1991–2008 гг., нанесшие социальные и экономические потери

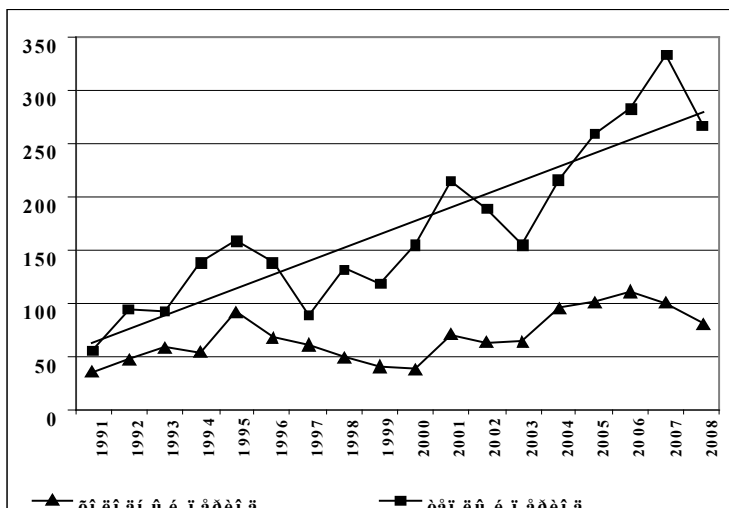


Рис. 3. Распределение суммарного числа случаев ОЯ и НУП (по периодам года) за 1991–2008 гг.

атмосферных процессов от зимнего режима к летнему в марте и, наоборот, от летнего режима к зимнему в октябре.

Распределение суммарного числа ОЯ и НУП по видам представлено на рис. 5. Из рисунка видно, что 27,7% всех ОЯ и НУП приходится на первую группу из пяти явлений – сильный ветер, ураган, шквал, смерч, пыльные бури. 25,4% всех ОЯ и НУП приходится на третью группу явлений – сильный дождь, продолжительный дождь, ливень, град, гроза. При этом явления этих двух групп наиболее трудно прогнозируемы (оправдываемость прогнозов составляет 83 и 76% соответственно).

В любой стране, в том числе и в России, производственная и техногенная сфера в целом исторически формируется в тех внешних условиях, которые им естественным образом определила природа. Однако природная среда, реализуясь через условия погоды, ужесточает свое влияние на общество, что проявляется в виде роста числа ОЯ и НУП (см. рис. 2), нанесших социальный и экономический ущерб, и интенсивности их проявления. При этом ужесточение влияния природной среды на общество распространяется на все сферы его жизнедеятельности (экономическую и социальную).

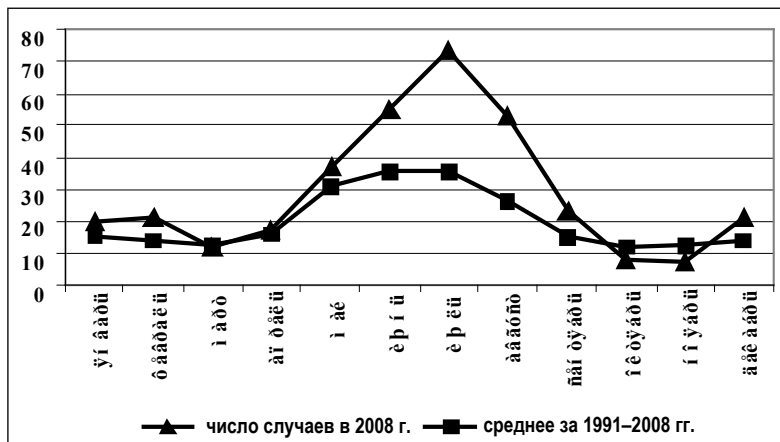


Рис. 4. Годовой ход среднеемесячного числа ОЯ и НУП за 18-летний период

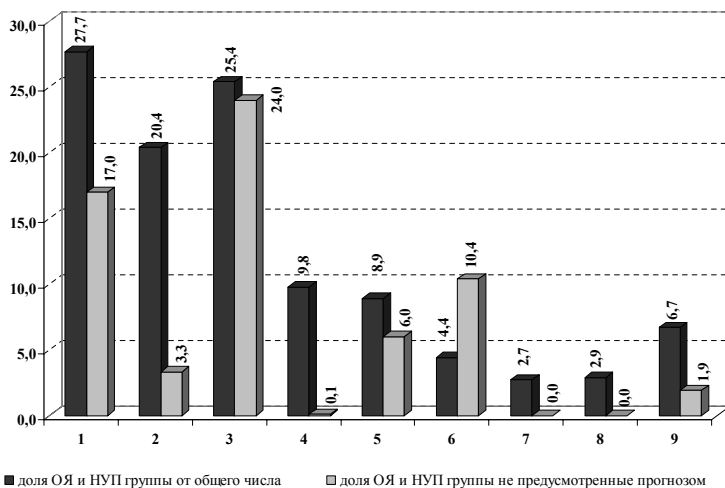


Рис. 5. Доля числа случаев ОЯ и НУП (по видам опасных явлений) за 1991-2008 гг.: 1 – сильный ветер, ураган, шквал, смерч, пыльные бури; 2 – сильная метель, сильный снег, налипание мокрого снега, гололед, гололедица; 3 – сильный дождь, продолжительный дождь, ливень, град, гроза; 4 – мороз, заморозки, сильная жара, резкое повышение/понижение температуры; 5 – весеннее половодье, дождевой паводок, наводнение, нагонные явления; 6 – лавина, сель; 7 – засуха атмосферная/почвенная, суховеи; 8 – чрезвычайная пожарная опасность; 9 – сильный туман, тягун, сильное волнение и др.

Уровень уязвимости, выражаемый в масштабах экономических потерь от воздействия ОЯ и НУП, обусловлен прежде всего подверженностью и чувствительностью производственного или хозяйственного объекта (территории) в условиях нарастающей климатической неустойчивости и зависимости от условий погоды. Эти показатели уязвимости (изменчивость условий погоды и риск воздействия на население и экономику) подвергаются тщательному научному и производственному анализу.

Так, например, проведенные исследования показывают, что особенно уязвима экономическая сфера, особенно такие отрасли, как сельское хозяйство, транспорт, энергетика, жилищно-коммунальное хозяйство (рис. 6).

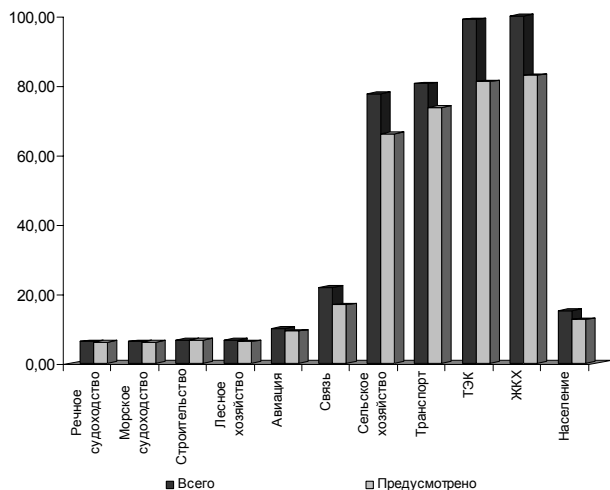


Рис. 6. Распределение числа случаев ОЯ и НУП в России за 1991–2008 гг., нанесших потери различным отраслям экономики и населению

Ужесточение влияния природной среды на общество, которое распространяется на все сферы его жизнедеятельности (экономическую и социальную), сформировало глобальную проблему: как обеспечить гидрометеорологическую безопасность страны? При этом гидрометеорологическая безопасность должна определяться как степень защищенности экономики, населения и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия ОЯ, НУП и экстремальных изменений климата и их последствий (определена Федеральным законом РФ «О гидрометеорологической службе» № 113-ФЗ от 19 июля 1998 г. в редакции Федерального закона РФ № 21-ФЗ от 2 февраля 2006 г.).

В условиях ужесточения влияния природной среды на общество производственно-хозяйственные объекты (как потребители гидрометеорологической информации, особенно прогностической) вынуждены полностью принять доктрину оптимальной адаптации к ожидаемым условиям погоды. Именно оптимальная адаптация, а значит, оптимальное (экономически эффективное) использование гидрометеорологической информации, позволяет максимально снизить возможные воздействия гидрометеорологических условий, а значит, и экономические потери.

Список литературы

1. Бедрицкий А.И. Влияние погоды и климата на устойчивость и развитие экономики // Бюллетень ВМО. 1999. Т. 48, № 2. С. 215–222.
2. Бедрицкий А.И., Коршунов А.А., Шаймарданов М.З. Опасные гидрометеорологические явления и их влияние на экономику России. Обнинск, 2001. 36 с.
3. Бедрицкий А.И., Коршунов А.А., Хандожко Л.А., Шаймарданов М.З. Показатели влияния погодных условий на экономику: региональное распределение экономических потерь и экономической выгоды при использовании гидрометеорологической информации и продукции // Метеорология и гидрология. 1999. № 3. С. 5–17.
4. Бедрицкий А.И., Коршунов А.А., Шаймарданов М.З. Базы данных по опасным гидрометеорологическим явлениям на территории России и результаты статистического анализа // Метеорология и гидрология. 2009. № 11. С. 5–14.
5. Катастрофы и общество. М.: Контакт-Культура, 2000. 332 с.
6. Корнфорд С.Г. Социально-экономические последствия явлений погоды в 1996 году // Бюллетень ВМО. 1997. Т. 46, № 4. С. 351–369.
7. Корнфорд С.Г. Последствия явлений погоды: нужна ли стандартизированная отчетность? // Бюллетень ВМО. 2001. Т. 50, № 3. С. 288–293.
8. Коршунов А.А., Шаймарданов М.З. База данных об опасных гидрометеорологических явлениях // Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2007. Вып. 172. С. 132–139.
9. Маслов С.Ф., Моисеев Ю.В. Стихийные бедствия и урожай сельскохозяйственных культур в России // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. Сборник. Вып. 4. М.: Информационно-издательский центр ВНИИ ГОЧС, 2000. С. 25–34.
10. Осипов В.И. Природные катастрофы на рубеже XXI века // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. Сборник. Вып. 1. М.: Информационно-издательский центр ВНИИ ГОЧС, 2001. С. 54–79.
11. Панфутова Ю.А. Опасные метеорологические явления на равнинной территории Российской Федерации и риски, создаваемые ими: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата географических наук. СПб.: ГГО, 2008. (на правах рукописи).
12. Повышение защищенности от экстремальных метеорологических и климатических явлений. ВМО № 936. 2002. 36 с.
13. РД 52.88.629-2002. Руководящий документ. Наставление по краткосрочным прогнозам общего назначения. СПб.: Гидрометеиздат, 2002. 42 с.
14. РД 52.88.699-2008. Руководящий документ. Положение о порядке действий учреждений и организаций при угрозе возникновения и возникновении опасных природных явлений. М., 2008. 33 с.
15. Стихийные бедствия: изучение и методы борьбы. М.: Прогресс, 1978. 439 с.

16. Тюпкин Ю.С. Международное десятилетие по уменьшению ущерба от стихийных бедствий // Материалы гляциологических исследований. 1990. № 70. 245 с.
17. Bedritsky A.I. Economic benefits evaluation of hydrometeorological services in the Russian Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring (ROSHYDROMET) taking into account changes in country's economy // Conference on the economic benefits of meteorological and hydrological services. Geneva, 1994. WMO/TD N 630. P. 121–125.
18. Brown L. R. The acceleration of history. // State of the World 1996 // L.R. Brown and C. Flavin (Eds.), Earthscan Publication. London. 1996. P. 4–20.
19. Conference of the economic benefits of meteorological and hydrological services. Geneva, 1994. WMO/TD N 630. 390 p.
20. Economic and social benefits of meteorological and hydrological services. Proceedings of the Technical conference. Geneva, 1990. WMO N 733. 461 p.
21. Natural disasters in the world. Statistical trend on natural disasters. National Land Agency. Japan, 1994.
22. Weather and Climate Services in Europe and Central Asia. A Regional Review // World Bank Working Paper N 151. The World Bank. Washington, D.C., 2008. 79 p.
23. Shaimardanov M.Z., Korshunov A.A. The use of hydrometeorological information in the various economic sectors // Conference on the economic benefits of meteorological and hydrological services. Geneva, 1994. WMO/TD N 630. P. 28–36.

РЕЗУЛЬТАТЫ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ В ЦЕЛЯХ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПРИРОДНЫХ РИСКОВ ДЛЯ ГАЗОТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ РОССИИ И РОЛЬ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ УПРАВЛЕНИИ РИСКАМИ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

1. Введение

Единая система газоснабжения России представляет собой производственно-технологический комплекс, включающий объекты добычи, переработки, хранения и распределения газа, объединенные газотранспортной сетью в единую сложную техническую систему. Высокая зависимость энергетической безопасности нашей страны, ряда стран Европы и СНГ от надежности поставок российского газа придает особую значимость обеспечению устойчивой бесперебойной работы технологических объектов газотранспортной системы России.

Газотранспортная система России имеет протяженность более 152 тысяч километров и функционирует в разнообразных природных условиях. На процесс функционирования ЕСГ России, как большой системы энергетики, влияет значительное число факторов, а некоторые из них, в том числе природные, относятся к случайным и с трудно прогнозируемыми в полном объеме последствиями. Действующие объекты ЕСГ России, как и районы перспективного развития газотранспортной системы, находятся в зонах влияния практически всех известных типов опасных геологических и гидрометеорологических процессов и явлений: землетрясений, оползней, обвалов, карстово-суффозионных процессов, просадок лессовидных пород, селей, наводнений, экстремальных метеорологических явлений и др. [1].

Глобальное потепление климата на территории России повышает вероятность, повторяемость и распространение стихийных явлений (сильных и интенсивных осадков, сильных ветров, наводнений), что активизирует неблагоприятные геодинамические процессы. Существующие строительные нормы и правила для магистральных трубопроводов в значительной мере обеспечивают

безопасность функционирования объектов при реализации источников природных опасностей. Вместе с тем для объектов газотранспортной системы в перспективе сохранятся объективные причины для возникновения аварийных ситуаций, инициированных природными факторами:

- быстрая изменчивость климатических условий в последние десятилетия, которая проявляется в росте повторяемости опасных гидрометеорологических явлений, а также в увеличении активности экзогенных геологических (особенно оползней и селей) и геокриологических процессов;

- активизация в природно-техногенных системах ряда опасных природных процессов, которые в ненарушенных природных условиях (на стадии проектных изысканий) не фиксировались или не представляли опасности;

- расширение газотранспортной системы за счет строительства объектов в малоосвоенных регионах, в которых регулярные наблюдения за природными процессами имеют непродолжительный период и не обеспечивают расчет параметров сооружений.

Данные обстоятельства придают особую роль климатической информации, учитывающей меняющуюся гидрометеорологическую обстановку в период глобального потепления климата.

В газовой промышленности широко применяются нормативы и методики, в которых исходными данными являются климатические характеристики. Можно выделить следующие крупные направления использования климатической информации:

- при прогнозировании пиковых нагрузок, планирование потребления и распределения газа. В решении этих задач крайне важно учесть прогнозные оценки изменения климата при разработках перспективных топливно-энергетических балансов;

- при проектировании объектов добычи и транспорта газа, при их реконструкции и ремонте. Для повышения безопасности функционирования проектируемых объектов необходимо учитывать возможные последствия изменения климата для всего срока их эксплуатации.

В данной работе мы рассмотрим второе направление использования климатической информации. В этом направлении важно идентифицировать факторы риска и сформулировать задачи безопасности функционирования ГТС, решение которых зависит от климатической информации.

2. Идентификация наиболее значимых факторов риска

Важным этапом оценки природного риска для объектов ГТС является идентификация и выявление наиболее значимых факторов риска [2].

Анализ актов технического расследования причин аварий за период 1990–2007 гг. показывает, что вклад опасных природных процессов в аварийность на линейной части газопроводов составляет 7,8%, на других объектах газотранспортной системы (главным образом на газораспределительных станциях) – 7%.

Причины природных аварий для линейной части газопроводов следующие:

- активизация оползневых процессов (5% всех аварий на линейной части);
- дождевые паводки (1,7%);
- селевые процессы (0,6%);
- потеря несущей способности многолетнемерзлых грунтов (0,4%);
- просадка грунта (0,2%).

Причины природных аварий для газораспределительных станций:

- молнии (5,6% аварий на объектах, не относящихся к линейной части);
- подтопление грунтовыми водами (1,4%).

При реализации природных источников опасности повторяемость аварий на линейных объектах в восемь раз выше, чем на других объектах газотранспортной системы. Кроме того, линейная часть подвержена значительно большему количеству источников опасности. Значительная часть данных процессов зависима от глобальных климатических изменений.

По объектам воздействия природные аварии на линейной части распределяются следующим образом: линейные участки трубопроводов (54% аварий), воздушные переходы (20%), русловая и пойменная часть подводных переходов (11%).

3. Влияние природных факторов на устойчивость газотранспортной системы

Для оценки влияния природных факторов на устойчивость газотранспортной системы рассмотрим последствия некоторых аварий, источниками возникновения которых являлись экстремальные

природные процессы различной интенсивности и повторяемости: наводнения, оползневые, селевые, криогенные процессы.

3.1. Половодье, дождевые паводки

Анализ данных по авариям за период с 1971 г. показывает, что аварии, связанные с наводнениями, на компрессорных станциях и газораспределительных станциях не имели место. Высокие требования при проектировании компрессорных станций в целом исключают их размещение в зонах наводнений. Вместе с тем в зонах паводковой опасности расположены более 30 газораспределительных станций, более 100 скважин и некоторые другие объекты.

Наибольшую опасность затопления в результате наводнений представляют для линейной части газопроводов. Зонами повышенного риска являются участки переходов газопроводов через водные преграды. В газотранспортной системе функционирует более 2,5 тыс. ниток переходов магистральных газопроводов через водные объекты (более 1,6 тыс. переходов), общая протяженность которых только в русловой части составляет более 1,4 тыс. км.

Сопоставим данные о наводнениях редкой повторяемости на территории России и параметрах аварийных ситуаций на объектах газотранспортной системы.

Выдающиеся наводнения (повторяемость которых один раз в 55–100 лет) и катастрофические наводнения (повторяемость один раз в 100–200 лет и реже) происходят при сочетании максимальных формирующих их факторов (превышающих норму в 1,5–3 раза) и, как правило, распространяются одновременно на значительной территории. Например, наводнения 1966, 1969 гг. 1–5% обеспеченности наблюдались на территории Западной и Восточной Сибири в бассейнах рек Оби, Енисея, Лены, на Северном Кавказе в 2002 году. В периоды формирования на реках паводков редкой повторяемости отмечаются также затопления, связанные с аварийными сбросами из водохранилищ. В отдельные годы, когда приток воды в водохранилища превосходит предельно допустимый объем водохранилищ, возникает необходимость максимального сброса воды. Затопления прибрежных территорий в результате повышенных сбросов в нижних бьефах водохранилищ в период весеннего половодья редкой повторяемости отмечались на Волжско-Камском каскаде в 1979, 1985, 1991, 1992 гг.

Следует отметить, что из перечисленных выше катастрофических наводнений только паводковая ситуация 2002 г. на территории

Южного федерального округа инициировала аварии на газопроводах, причем на газопроводах-отводах к небольшим населенным пунктам. Объектами разрушения являлись: три надземных перехода и подводный переход газопроводов-отводов через реки. Разрушение газопроводов было вызвано как разрушением опор, так и непосредственным воздействием потока воды на трубопровод. Время, затраченное на ликвидацию аварий, составило 5–10 суток.

Аварии на газопроводах, вызванные воздействием небольших наводнений (главным образом дождевыми паводками), отмечались в горных и предгорных районах Северного Кавказа, где объектами аварий являлись переходы газопроводов-отводов через реки и водотоки. Дождевые паводки инициировали аварии в регионе в 1971, 1984, 1987, 1990, 1991, 1997, 1999, 2005 гг. Данным авариям способствовали антропогенные факторы: интенсивная хозяйственная деятельность в поймах рек; ошибки при проектировании, обусловленные занижением в расчетных данных экстремальных значений уровней рек в связи недостаточными периодами наблюдений.

В период весеннего половодья происходили аварии на магистральных газопроводах, однако в этих ситуациях имело место многолетнее воздействие паводковых вод, которое являлось фоновым фактором (авария 1999 г. на подводном переходе через р. Волгу, авария в 2001 г. на участке подводного перехода через р. Обь). Транспорт газа в данных случаях не прекращался, газоснабжение до момента ликвидации последствий аварий осуществлялось по резервным ниткам.

Таким образом, наиболее уязвимы к воздействию наводнений газопроводы-отводы в местах переходов через малые реки и водотоки, при этом при крупных наводнениях, повторяемость которых 1–2 раза в 100 лет и обеспеченность максимальных уровней 1–2 %, возможна реализация нескольких аварийных ситуаций.

Важным последствием изменений климата для территории России являются проблемы, связанные с наводнениями и паводками [3]. В условиях прогнозируемого увеличения годового и сезонного стоков многих российских рек изменения их ледового режима, увеличения повторяемости и масштабов заторных явлений, активизации русловых и эрозионных процессов на водосборах, вероятно возрастание нагрузок на подводные переходы.

При разработке мероприятий, предотвращающих аварии, особое место занимает климатическая информация, учитывающая

климатические изменения последних десятилетий. Ее важной составной частью является уточнение гидрологических характеристик, особенно их экстремальных значений, положенных в основу инженерных решений при проектировании газопроводов и защитных сооружений.

3.2. Сели

В настоящее время сели представляют угрозу главным образом для объектов газотранспортной системы на Северном Кавказе. Вместе с тем практически все территории перспективного освоения имеют зоны селевой опасности. Поэтому рассмотрим наиболее опасную аварийную ситуацию, обусловленную активизацией селевых процессов, которая произошла в августе 1991 г. на газопроводе «Майкоп–Самурская–Сочи» (Ду 700) в районе пос. Лазаревское. Причиной аварии были мощные селевые потоки, вызванные выходом на горные склоны смерчей из Черного моря и продолжительным ливневым дождем (более 12 часов). В результате воздействия селевых потоков газопровод был поврежден на трех участках. Аварийно-восстановительные работы велись в течение 14 суток.

Сложные условия прохождения трассы газопровода в горных условиях, рост частоты активизаций опасных метеорологических процессов, вызывающих сход селей, высокая освоенность территории – объективные предпосылки для сохранения вероятности возникновения аналогичных аварий. В настоящее время для улучшения газоснабжения района г. Сочи ведется строительство газопровода «Джубга–Лазаревское–Сочи». Протяженность морского участка составит около 160 км, предусмотрены усиленные противоселевые и противооползневые мероприятия.

3.3. Оползневые процессы

Оползневые процессы имеют широкое распространение в районах функционирования газотранспортной системы и представляют значительную опасность для линейной части газопроводов. Повторяемость массовой активизации оползней практически во всех оползнеопасных районах составляет раз в 8–12 лет, при этом рядом исследователей отмечается значительный рост частоты активизаций в последние десятилетия в связи с глобальными климатическими изменениями [4].

Анализ динамики аварийности на линейной части газопроводов в Северо-Кавказском регионе показывает, что пики аварийности

в результате схода оползней в значительной мере совпадают с пиками активности оползневых процессов в регионе.

В Северо-Кавказском регионе оползни наиболее часто инициировали аварии на газопроводах-отводах малых диаметров (108–530 мм), а также на магистральных газопроводах Майкоп–Самурская–Сочи и Ставрополь–Грозный, проходящих в сложных горных условиях. В 57% случаев аварий на газопроводах-отводах нарушалось газоснабжение потребителей в малых населенных пунктах на 0,5–1 сутки. При авариях на магистральных газопроводах отключение потребителей производилось в 25% случаев.

Более ощутимым для газотранспортной системы может оказаться действие оползней на склонах рек в местах переходов магистральных газопроводов больших диаметров (1420 мм) через крупные реки (Волга, Кама, Малая Сосьва и т.д.).

Например, на переходе газопровода через р. Кама, где в результате интенсификации развития оползневых процессов, ранее не отмечавшихся, в период с 1990 по 1999 г. произошло несколько аварий на разных нитках. Энергоснабжение потребителей в результате аварий на многониточных переходах через реки Волга и Кама не прерывалось. Вместе с тем потребовались значительные средства для предупреждения последующих чрезвычайных ситуаций на данных участках.

В рамках «Программы работ по защите магистральных газопроводов Ужгородского коридора от оползневых явлений на подводном переходе через р. Кама» были проведены комплексные мероприятия по предотвращению аналогичных аварий (переукладка трубопроводов, укрепление склонов, мониторинг напряженно-деформированного состояния трубопроводов, контроль русловых процессов).

3.4. Криогенные процессы

Криогенные процессы представляют наибольшую угрозу в зонах сплошного и прерывистого развития многолетнемерзлых пород. Аварии на трубопроводах, происходящие при эксплуатации в условиях многолетнемерзлых пород (ММП), связаны с протаиванием мерзлых грунтов с высоким содержанием льда. Следствием данного процесса является неравномерная осадка трубопровода, смещение опор, «плавающее» состояние трубы, деформации трубопровода.

Наибольшие масштабы имеет проблема потери продольной устойчивости газопроводов подземной прокладки. Эта проблема

в районах распространения ММП связана с подачей газа после компрессорной станции с температурой, превышающей температуру естественного грунта, что приводит к растеплению мерзлых грунтов, образованию просадок или всплыванию газопровода. Кроме того, газопровод пересекает участки с локальными проявлениями неблагоприятных процессов и грунты, отличающиеся по степени льдистости и температуре. В настоящее время установки искусственного охлаждения газа приближают температурный режим газопровода к температурам окружающего грунта, но в различные периоды года при разнообразии свойств грунтов, по которым проходит трубопровод, нельзя полностью исключить потерю продольной устойчивости.

На наш взгляд, следует избегать некорректных объяснений глобальным потеплением климата причин подобных аварий, связанных с проектными ошибками или нарушениями правил технической эксплуатации. Вместе с тем следует учитывать, что современное потепление усиливает и осложняет описанные выше негативные техноприродные процессы.

В районах развития ММП последствием глобального потепления климата является переформирование термического режима грунтов. В ряде исследований российских ученых отмечается, что глубина сезонного протаивания не является достаточно чувствительным индикатором глобальных климатических изменений, поскольку процесс сезонного протаивания осуществляется исключительно в теплый сезон, тогда как потепление обусловлено в основном зимним периодом. Анализ экспериментальных данных длительного мониторинга криолитозоны на геокриологических стационарах подтвердил, что современное климатическое потепление не всегда сопровождается, вопреки мнениям многих исследователей, существенным увеличением глубины сезонного протаивания грунтов. Для различных ландшафтных условий статистически значимые тренды многолетних изменений глубины сезонного протаивания в условиях меняющегося климата могут характеризоваться как положительными, так и отрицательными значениями [5].

Следует отметить, что проблема потери продольной устойчивости характерна и для заболоченных и обводненных территорий вне зоны сплошного развития ММП, и в этих случаях, несмотря на проведение инженерных мероприятий, она пока не имеет надежного решения. Одним из последствий глобального потепления

для равнинных территорий России, характеризующихся избыточным увлажнением, неглубоким залеганием грунтовых вод и слабой дренирующей способностью, это может привести к подтоплению обширных районов. Для газопроводов последствия интенсификации процессов подтопления и заболачивания в условиях изменения климата могут проявляться в росте случаев изменения проектного положения трубопроводов в результате потери продольной устойчивости с выходом (всплыванием) на поверхность участков, в изменении коррозионной активности грунтов, в активизации процессов пучения, что потребует расширения работ по восстановлению проектного положения трубопроводов, повышению требований к коррозионной защите существующих и проектируемых объектов.

Рядом исследователей отмечается, что потепление климата в различных регионах России является существенно неодинаковым, в частности в арктических районах оно выражено слабо. Существующие в настоящее время климатические модели, особенно на региональном уровне, в связи со сложной структурой факторов, влияющих на изменения глобального климата и его последствий, дают недостаточно надежные прогнозные количественные оценки. Именно поэтому для районов функционирования такой протяженной системы, как ГТС России, с учетом ее перспектив развития, детализированная по регионам климатическая информация о наблюдаемых и предполагаемых изменениях климата особо важна.

Климатическая информация при разработке предупредительных мероприятий для аварий в зонах развития многолетнемерзлых пород является основой для выполнения прогнозных оценок перестройки геокриологических условий при потеплении климата. Таким образом, в конечном счете от полноты и корректности климатической информации зависят затраты на технические решения по адаптации технологических объектов газотранспортной системы к изменяющимся природным условиям.

3.5. Метеорологические процессы

Метеорологические процессы с экстремальными параметрами (снегопады, ветры, метели, гололедные отложения и налипание мокрого снега на проводах) можно отнести к гипотетическим источникам опасности для бесперебойного функционирования объектов газотранспортной системы. Преимущественно подземная прокладка трубопроводов делает газотранспортную сеть

малоуязвимой для опасных метеорологических явлений. Однако эти явления могут опосредованно сказываться на устойчивой работе ГТС через нарушение внешнего электроснабжения компрессорных станций. Данная опасность за весь период эксплуатации ГТС России реализовывалась только в качестве инцидентов и не влияла на транспорт газа. Вместе с тем следует учесть, что повреждение объектов энергетики в результате нерасчетных природных явлений (ураганные ветры, повышенное обмерзание проводов, катастрофические наводнения и т. п.) является второй по значимости предпосылкой энергетических аварий. Крупные аварии в Единой энергетической системе представляют опасность для бесперебойной работы ГТС, что обусловлено функциональной взаимосвязанностью двух систем топливно-энергетического комплекса.

В ряде регионов России в связи с потеплением климата ожидается увеличение ветровых нагрузок и экстремальных метеорологических явлений, что повышает вероятность электроэнергетических аварий. Для разработки мероприятий, повышающих надежность функционирования объектов ГТС в условиях крупных энергетических аварий, климатическая информация должна отражать реальную ситуацию последних десятилетий по повторяемости опасных метеорологических явлений для различных территорий.

3.6. Морские гидрометеорологические опасные явления

Потепление климата усиливает интенсивность негативных явлений: формирование сложных ледовых условий; ветроволновую активность (в частности штормы в холодный период года на акваториях с редким льдом); брызговое обледенение; разрушения берегов, сложенных рыхлыми вечномерзлыми породами. Следует ожидать сохранения наметившейся в конце XX – начале XXI вв. тенденции к увеличению вероятности появления айсбергов в районах северных морских месторождений. Сохраняется риск вторжения арктических паковых льдов в более южные районы моря [3].

Учитывая перспективы развития объектов добычи и транспорта в замерзающих морях и на арктическом шельфе, а также проведение геолого-разведочных работ вдоль всего шельфа Северного Ледовитого океана от Баренцева до Чукотского моря, для обеспечения безопасности, кроме новых технических решений по освоению ресурсов, целесообразно предусматривать развитие систем гидрометеорологического обеспечения морских операций, создание специальных служб контроля айсберговой и ледовой опасности.

4. Заключение

Перспективы развития газовой отрасли связаны с развитием газотранспортной системы в освоенных регионах и разработкой новых газоносных территорий полуострова Ямал, арктического шельфа, территории Сибирской платформы (Красноярского края, Иркутской области, Республики Саха (Якутия)), о. Сахалин и других районов, находящихся в сложных природно-климатических условиях. При выработке мер по обеспечению устойчивого функционирования и развития ЕСГ России в условиях меняющегося климата необходим учет региональных особенностей изменений климата, которые наблюдаются уже сейчас и ожидаются в ближайшей перспективе, по крайней мере в ближайшие 5–10 лет.

При проектировании объектов добычи, транспорта и обустройства новых месторождений необходимо учитывать произошедшие за период последних десятилетий изменения гидрометеорологических факторов и их тренды на ближайшие 5–10 лет. Может потребоваться и уточнение полученных ранее оценок экстремальных значений гидрометеорологических параметров (гидрологические характеристики стока половодья, высота волн), значения которых уже были заложены в проектные решения. Для разработки целенаправленных и более эффективных мероприятий по мониторингу технического состояния действующих объектов (например переходов через реки) целесообразно оценить неблагоприятные воздействия, дифференцируя их по регионам и видам наиболее вероятных опасных явлений.

Вместе с тем, в связи с неточностью прогнозируемых количественных характеристик изменения климата, особенно их экстремальных параметров, следует избегать создания избыточного запаса прочности и удорожания стоимости строительства объектов, основываясь на данных глобальных прогнозов. Поэтому работы по региональным оценкам трендов гидрометеорологических факторов и последствий глобального потепления климата в районах наибольшего риска будут способствовать повышению качества проектных работ и безопасности функционирования создаваемых сооружений и природно-технических комплексов.

Именно поэтому климатические данные являются неотъемлемой частью информационной базы для оценки природных рисков при развитии системы газоснабжения в существующих и перспективных районах, а также для разработки экономически

целесообразных управленческих решений по предупреждению аварийных ситуаций. Неадекватная оценка степени опасности и риска природных факторов (в том числе фактора климатических изменений) при принятии управленческих решений приводит к неэффективному использованию эксплуатационных, ремонтных и финансовых ресурсов.

Список литературы

1. Власова Л.В. Информационные ресурсы ГИСАМП «Газ ЧС» для оценки влияния природных факторов на аварийность МГ // Газовая промышленность. 2006. № 9. С. 95–97.
2. Природные факторы при аварийности газопроводов // Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2009. № 3. С. 264–270.
3. Стратегический прогноз изменений климата Российской Федерации на период до 2010–2015 гг. и их влияния на отрасли экономики России. М.: Росгидромет, 2005. 28 с.
4. Зеркаль О.В., Королев И.Б. Влияние изменения климата на развитие опасных экзогенных геологических процессов на юге европейской части Российской Федерации// Сергеевские чтения. Опасные природные и техноприродные экзогенные процессы: закономерности развития, мониторинг и инженерная защита территорий. Выпуск 9. М.: ГЕОС, 2007. С. 35–39.
5. Павлов А.В. Мониторинг криолитозоны. Новосибирск: Гео, 2008. 229 с.

КОМПЛЕКСНАЯ СЕТЕВАЯ СИСТЕМА ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ НА ПРИМЕРЕ ДАННЫХ ЕСИМО

Введение

На сегодняшний день на рынке ГИС [1] представлено большое количество программных продуктов [5]. Они бывают как бесплатными (с открытым и закрытым исходным кодом), так и платными. Большинство бесплатных продуктов не отвечают требованиям по функциональности и скорости [4], а коммерческие ГИС – дорогие и сложные в обслуживании [7], их не всегда могут позволить себе купить даже крупные организации. Поэтому существует потребность разработки новой ГИС на основе разработок с открытым исходным кодом, отвечающей требованиям по скорости, функциональности и цене, а также соответствующим мировым стандартам в области ГИС-технологий [2, 3].

Целью работы является создание тиражируемой многофункциональной сетевой системы визуализации пространственных данных на новых принципах в кроссплатформенной среде, предназначенной для повышения эффективности использования пространственной информации за счет улучшения наглядности представления и удобства графического пользовательского интерфейса конечного пользователя. К такой системе ставится ряд обязательных требований к используемым технологиям:

1. Многопоточность.
2. Кластеризация.
3. Оконные системы.
4. Парадигма разбиения карты на «черепицы».
5. Динамическая загрузка и кэширование данных.

Для создания такой системы необходимо разработать архитектуру комплекса ГИС, сервер ГИС, визуализатор ГИС и интерфейсы и протоколы взаимодействия компонент системы.

Архитектура комплекса ГИС

Схема упрощенной архитектуры комплекса ГИС приведена на рис. 1. Разработанный комплекс ГИС включает описанные ниже компоненты.

Визуализатор ГИС (ВГИС) – приложение, которое используется для предоставления картографической информации конечному пользователю. ВГИС использует многопоточные технологии для обслуживания пользователя.

Программаторы – конечные, целевые программы, которые используют АРІ визуализатора для построения графического пользовательского интерфейса под конкретную решаемую задачу. Программаторы осуществляют настройку ГПИ визуализатора и управляют событиями и информационными потоками внутри визуализатора ГИС.

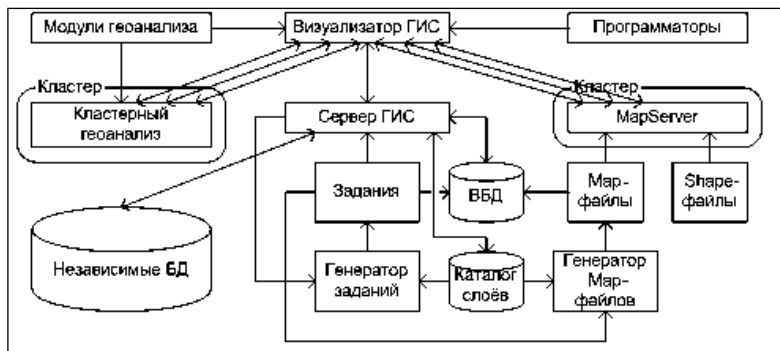


Рис. 1. Упрощенная архитектура комплекса ГИС

Модули геоанализа – модули специализированной математической обработки и анализа пространственных данных. Могут исполняться как на клиентской, так и на серверной стороне.

Кластерный геоанализ – программно-аппаратный комплекс, предназначенный для выполнения геоанализа, используя многопоточные и кластерные технологии.

MapServer – картографический Open Source-сервер системы. Осуществляет генерацию растрового представления пространственной информации для конечного пользователя. Может быть как в одиночном, так и в кластерном исполнении. Оба подхода с точки зрения интерфейсов взаимодействия идентичны, с точки зрения комплекса прозрачны и с точки зрения пользователя неотличимы друг от друга.

Мар-файлы – набор настроечных файлов MapServer, описывающих карты. Каждый Мар-файл описывает отдельную карту с собственным набором слоев и стилями.

Генератор Мар-файлов – программный комплекс, позволяющий создавать Мар-файлы в полуавтоматическом режиме с помощью ГПИ или в автоматическом режиме с помощью предоставляемого API на программном уровне с использованием доступного набора слоев, описанного в каталоге слоев.

Shape файлы – набор файлов MapServer, хранящих пространственные данные.

Сервер ГИС (СГИС) – центральное многопоточное серверное приложение, выполняющее функции поддержки и связи с остальными частями комплекса ГИС визуализатора ГИС. Осуществляет подготовку необходимых данных и настроек для пользователя.

Независимые БД – набор таблиц, хранящих пространственные данные в соответствии со стандартами OGC.

Задания – набор специализированных Java двух классов, хранящих настройки визуализатора и определяющие параметры доступа к остальным компонентам комплекса.

Генератор зданий – программный комплекс, позволяющий создавать задания в полуавтоматическом режиме с помощью ГПИ или в автоматическом режиме с помощью предоставляемого API на программном уровне с использованием доступного набора слоев, описанного в каталоге слоев.

Внутренняя база данных – набор таблиц, хранящий настройки и сервисную информацию комплекса.

Каталог слоев – БД с перечнем всех доступных в комплексе слоев.

Сервер ГИС

Сервер ГИС (СГИС) – это центральная компонента системы. СГИС обеспечивает связь между визуализатором ГИС и системными компонентами ГИС, которые обеспечивают связь с распределенными источниками пространственных данных, организует и управляет последовательностью обработки запросов пользователей и информации. СГИС является многопоточной программой. Каждый поток создается для конкретного подключения. После отключения или потери соединения соответствующий поток уничтожается.

Архитектура СГИС построена по современным многопоточным технологиям, обеспечивающим параллельную работу с несколькими одновременными входящими подключениями. Поток,

созданный для каждого конкретного подключения, поддерживается на уровне виртуальной машины Java, отвечает только за конкретное подключение и не пересекается с остальными потоками обслуживания.

Алгоритм подключения ВГИС к СГИС

При обнаружении входящего подключения СГИС создает новый обслуживающий поток, который перед своим запуском во время инициализации создает соединение с ВГИС, выполняет свою часть совместного алгоритма приветствия и проверяет правильность входящего подключения. Вначале СГИС определяет порт клиента и создает Socket-канал через входящее TCP-соединение. Далее организовываются каналы объектных потоков Java по установленному ранее Socket-каналу. В протоколе приветствия используется Handshake-объект, содержащий строковые поля `ApplicationName` (имя приложения клиента), `ProtocolVersion` (версия протокола) и `TargetApplicationName` (имя приложения сервера), и `HandshakeConfirm`, содержащего логический признак успешного приветствия. Приветствие состоит из следующей последовательности действий:

- пересылки клиентом серверу ГИС Handshake-объекта;
- проверки сервером ГИС содержимого строки `TargetApplicationName` на равенство строке «GIS Server» и содержимого строки `ProtocolVersion` на равенство строке «1.0.0.0»;
- возврат сервером ГИС клиенту нового Handshake-объекта, в котором поля `TargetApplicationName` и `ApplicationName` поменяны местами;
- обрабатывающий поток ожидает либо аварийного завершения соединения, либо объекта `HandshakeConfirm` с признаком успешного или неуспешного приветствия.

В случае получения `HandshakeConfirm` с признаком успешного приветствия, поток запускается на выполнение до обрыва связи или выполнения алгоритма завершения соединения. Алгоритм успешного соединения представлен на рис. 2.

Обработка задания

Обработка задания происходит с использованием следующего протокола. Протокол обмен данными использует объект `Task`, который применяется для запроса данных о задании визуализатором

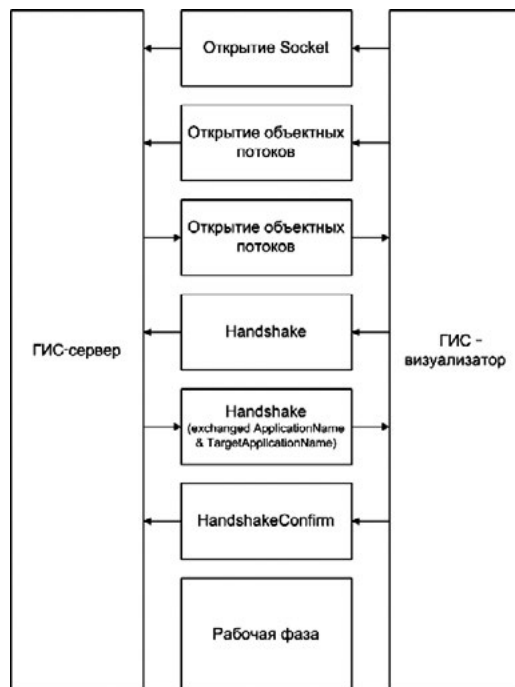


Рис. 2. Алгоритм подключения ВГИС к СГИС

ГИС от сервера ГИС. При получении объекта Task СГИС выполняет необходимый алгоритм обработки задания. После того, как все данные готовы, СГИС формирует новый объект Task, содержащий всю найденную информацию о задании, и отправляет визуализатору ГИС. Алгоритм обмена данными между ВГИС и СГИС представлен на рис. 3.



Рис. 3. Обработка задания

Обмен данными между ВГИС и СГИС

В протоколе обмен данными используется объект *DataRequest*, который используется для запроса данных визуализатором ГИС от СГИС и содержит идентификатор источника данных, идентификатор ресурса данных и границы карты, и объект *Data*, использующийся для передачи данных визуализатору ГИС от СГИС. Алгоритм обмена данными между ВГИС и СГИС представлен на рис. 4.

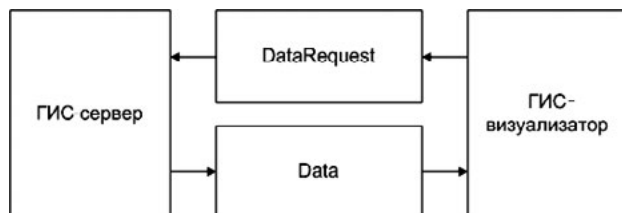


Рис. 4. Обмен данными между ВГИС и СГИС

Алгоритм отключения ВГИС от СГИС

В протоколе отключения используется *Shutdown*-объект, который обозначает запрос от ВГИС на завершение соединения, и *ShutdownConfirm*, являющийся логическим признаком согласия на завершения соединения. При получении сервером ГИС *Shutdown*-объекта от ВГИС, СГИС отвечает подтверждением в виде объекта *ShutdownConfirm* и прекращает обслуживание запросов со стороны визуализатора ГИС. Далее происходит закрытие каналов объектных потоков Java. В конце СГИС закрывает *Socket* и прекращает TCP соединение с ВГИС. Алгоритм успешного отключения представлен на рис. 5.

Визуализатор ГИС

Визуализатор ГИС – это основная компонента комплекса, обеспечивающая взаимодействие пользователя с сервисами ГИС-комплекса. Взаимодействие с пользователем осуществляется посредством интерактивного сетевого графического пользовательского интерфейса (ГПИ). ГПИ реализован на базе технологии Java 2 Applet и может быть отображен любым программным средством, поддерживающим Java Runtime Environment.

ГИС-визуализатор представляет собой настраиваемый Java 2 Applet и построен по идеологии «толстого» клиента, т. е. он осуществляет не только визуализацию, но и конечную обработку,

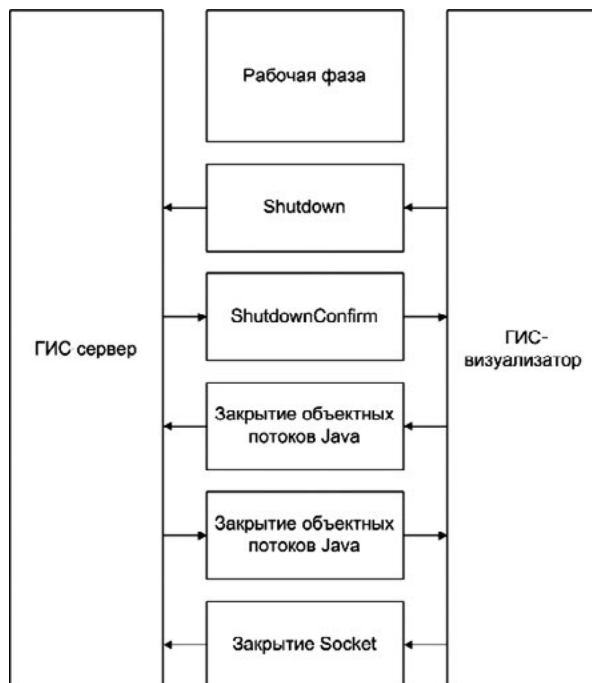


Рис. 5. Алгоритм отключения ВГИС от СГИС

и агрегацию пространственных данных. Настройка визуализатора осуществляется с помощью:

- параметров окружения виртуальной Java-машины, в которой происходит выполнение данного приложения;
- конфигурационных программаторов (заранее скомпилированный Java-класс, наследник абстрактного класса `LedAlex.GIS.Viewer.ViewerProgrammer`); пользовательский интерфейс может создаваться и настраиваться при помощи программаторов без внесения изменений в сам визуализатор;
- заданий ГИС-комплекса.

Визуализатор имеет встроенную оконную графическую систему, использование которой очень оправдано для удобства пользователя при отображении больших объемов разнородной информации, такой, как карты, таблицы, графики. Внешний вид графического пользовательского интерфейса представлен на рис. 6.

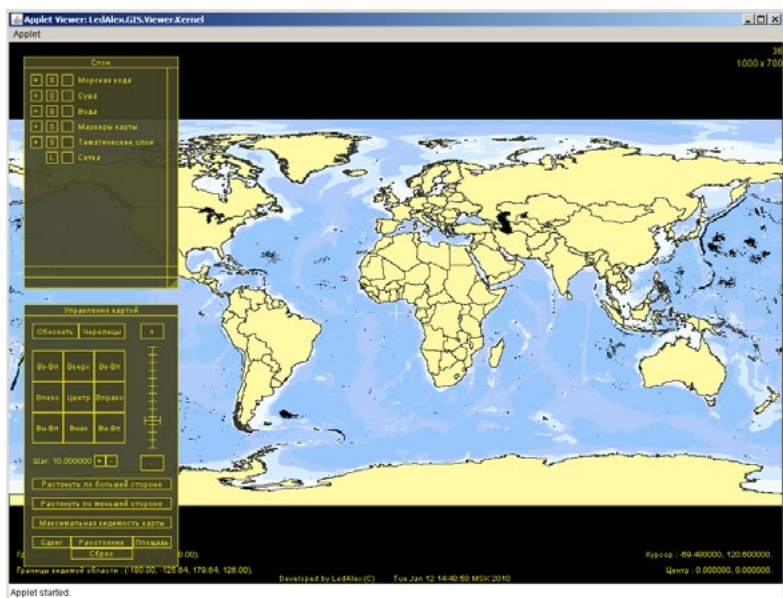


Рис. 6. Внешний вид графического пользовательского интерфейса визуализатора ГИС

Оконная система

Визуализатор ГИС включает в себя уникальную библиотеку, которая реализует полнофункциональную оконную систему, не зависящую от платформы. Доступ к возможностям этой библиотеки конфигурационному программатору визуализатора предоставляется посредством API.

Идеология оконной системы построена на понятии «компонента». Компонента – это целостная, независимая, самодостаточная единица ГПИ, которая имеет стандартизированный в рамках системы визуализации API и определяемое некоторыми правилами поведение. Любая компонента обязательно должна быть наследником абстрактного класса `LedAlex.GIS.Viewer.Components.Component`, который реализует интерфейс обработчика событий `LedAlex.GIS.Viewer.Events.EventHandler`.

Каждая компонента может быть первичной и вторичной. Первичной компонентой называется компонента, которая не зависит от каких-либо других компонент, т. е. является базовой.

Вторичной компонентой называется компонента, которая зависит от каких-либо других компонент, т. е. строится на функционале базовых компонент. Вторичная компонента может строиться на неограниченном количестве первичных и вторичных компонент.

Особенной компонентой является виртуальное пространство. Каждое виртуальное пространство служит контейнером для других компонент и предоставляет API добавления, управления, удаления других компонент. Для ориентации компонент в виртуальном пространстве используется механизм Z-буферизации.

Окно в данной системе является комплексным вторичным компонентом, состоящим из:

1. Виртуального пространства.
2. Расширенного виртуального пространства.
3. Надписей.
4. Кнопок.

Каждое окно может настраиваться на необходимый в текущей ситуации вид. В окнах реализована функциональность перетаскивания, закрытия, изменения размеров, виртуального оконного пространства с полосами прокрутки, используемых для навигации внутри этого пространства (окна). Используется система ориентации окон в пространстве графического пользовательского интерфейса с использованием Z-буферизации.

Еще одна особенная компонента в данной системе – это «рабочий стол». Особенность этой компоненты заключается в том, что эта компонента не может быть использована в качестве базовой для некоторой вторичной компоненты.

Из сказанного выше вытекает, что двойная система буферизации образует дерево вложенности компонент, т. е. можно осуществить доступ из корневого элемента «рабочего стола» к любой компоненте в системе. Пример дерева вложенности приведен на рис. 7.

Также в оконной системе реализована подсистема событий, определяющая поведение компоненты в системе при определенных условиях. Подсистема событий использует систему вложенной Z-буферизации оконной системы для передачи сообщений. Каждая компонента имеет список зарегистрированных обработчиков событий. В этом списке автоматически регистрируются базовые компоненты вторичных компонент, таким образом обеспечивается нисхождение системных событий всем компонентам оконной системы.

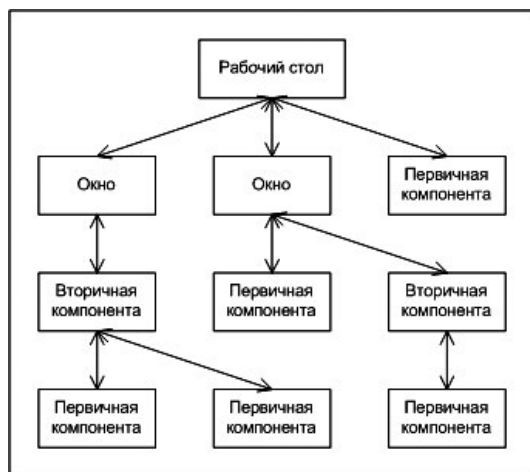


Рис. 7. Пример дерева вложенности компонент

Для удобства пользователя в оконной системе через подсистему событий реализован механизм «примагничивающихся» окон. Данный механизм наделяет каждое окно системы возможностью перемещаться на вершину Z-буфера при наведении на него курсора мыши, т. е. автоматически перемещаться на передний план. Данная возможность продемонстрирована на рис. 8.



Рис. 8. Демонстрация «примагничивающихся» окон

Компонента «Карта» и компонента «Управление картой»

Компонента «Карта» является специализированной компонентой для отображения картографической информации с собственным тематическим API. Она имеет собственные обработчики системных событий, а, следовательно, собственные механизмы управления интерфейсом и информационным содержанием. Однако эти механизмы довольно простые и не могут отвечать всем требованиям, предъявляемым к визуализации картографической информации. Для более глубокого и специализированного управления компонентой «Карта» используются две интерфейсные компоненты: «Управление картой» и «Дерево слоев».

Компонента «Управление картой» использует API компоненты «Карта» и предназначена для выполнения базовых операций с картографической информацией, таких, как обновление, навигация, масштабирование, позиционирование и др.

Компонента «Дерево слоев» использует API компоненты «Карта» и предназначена для манипуляции составом отображаемых слоев картографической подложки.

Парадигма «черепиц» и многопоточная архитектура

Компонента «Карта» использует так называемую парадигму «черепиц». Это значит, что вся карта разбивается по площади на множество элементов «черепиц», которые в совокупности образуют некоторую область или всю карту. Данный подход позволяет не хранить в памяти одновременно все части карты, а только те, которые видны пользователю в данный момент. Также это предоставляет широкие возможности для организации кэширования просмотренных черепиц. Например, определяя некоторое количество «черепиц», хранящихся в памяти и находящихся вне зоны видимости. На момент написания статьи компонента «Карта» не использует кэширование для экономии доступной памяти. Еще очень важным аспектом данного подхода является возможность использования многопоточных клиентских, серверных и кластерных технологий для синхронного мультипроцессирования отдельных «черепиц» карты. На рис. 9 приведен пример работы с «черепицами» и многопоточной обработки «черепиц» карты.

За счет использования парадигмы «черепиц» визуализатор комплекса ГИС применяет многопоточную технологию загрузки и обработки отдельных частей карты. Данный подход



Рис. 9. Использование «черепиц» в компоненте «Карта»

продемонстрировал хорошие результаты по оптимизации и ускорению работы визуализатора. Еще большие результаты были достигнуты за счет использования технологии вычислительных кластеров в обслуживании системы визуализации ГИС. Ниже приведена таблица сравнительных результатов использования различных конфигураций систем (табл.).

Таблица

Сравнение различных технологий загрузки

Серверная платформа	Среднее время загрузки тестового набора слоев
Кластер 2х Q6700 (4 потока)	0:09
Q6700 (4 потока)	0:19
Q6700 (1 поток)	0:48

Динамическая загрузка и кэширование

Все «черепицы» карты можно разделить на два вида: видимые и невидимые (рис. 10). Видимые «черепицы» находятся в рабочей области карты и видны пользователю. Невидимые «черепицы» находятся вне рабочей области карты и не видны пользователю. Невидимые «черепицы» маркируются в соответствии с порядковым номером от видимой области. Эта маркировка используется для определения глубины кэширования. Чем больше глубина кэширования, тем больше может уже просмотренных «черепиц» находиться в памяти. Это позволяет осуществлять навигацию по карте без дополнительной дозагрузки «черепиц», если они уже есть в кэше. В памяти в любой момент времени находятся «черепицы» из видимой области и «черепицы» из кэша. Если же зона

видимости вышла за пределы области текущего кэширования или в кэше отсутствуют необходимые «черепицы», то осуществляется дозагрузка только недостающих «черепиц» из зоны видимости. На рисунке, приведенном ниже, пунктирной линией обозначены незагруженные «черепицы», сплошной обычной линией – загруженные «черепицы», толстой сплошной линией – «черепицы» для динамической загрузки.

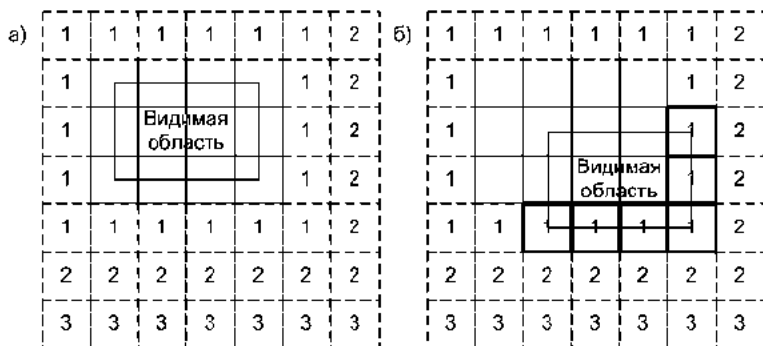


Рис. 10. Динамическая загрузка и кэширование:

а) принципы кэширования; б) динамическая загрузка

Навигация по карте

Навигация по карте осуществляется с помощью вспомогательной компоненты «Управление картой» (рис. 11). Режим навигации по карте включается кнопкой «Сдвиг». Данный режим включен по умолчанию сразу после инициализации компоненты. Кнопка «Обновить» используется для обновления видимых «черепиц». Кнопка «Черепицы» включает и выключает прорисовку границ «черепиц» карты. Кнопка «Центр» используется для автоматического перехода на центр текущей карты. Остальные кнопки используются для навигации (смещения) по карте в указанном направлении с заданным шагом в десятичных градусах. Кнопки «+» и «-» используются для увеличения и уменьшения шага сдвига по карте соответственно. Значение шага циклически изменяется от 10 до 90 десятичных градусов с шагом в 10 градусов.

Также возможна навигация при помощи перетаскивания курсором мыши самой карты в компоненте «Карта».



Рис. 11. Функции навигации компоненты «Управление картой»

Масштабирование карты

Масштабирование карты осуществляется с помощью вспомогательной компоненты «Управление картой» (рис. 12). Масштабирование карты может осуществляться в любом активном режиме управления картой. Кнопки «+» и «-» используются для уменьшения и увеличения масштаба карты соответственно. Ползунок показывает текущий масштаб карты и используется для его изменения. Кнопка «Растянуть по большей стороне» используется для подгонки карты по большей ее стороне под размеры компоненты «Карта». Кнопка «Растянуть по меньшей стороне» используется для подгонки карты по меньшей ее стороне под размеры компоненты «Карта». Кнопка «Максимальная видимость карты» используется для подгонки карты под размеры компоненты «Карта» таким образом, чтобы была видна вся поверхность планетарного шара.

Измерение расстояний

Включение режима измерения расстояний на карте осуществляется с помощью вспомогательной компоненты «Управление картой» кнопкой «Расстояние» (рис. 13). Непосредственно измерение



Рис. 12. Функции масштабирования компоненты «Управление картой»

расстояний осуществляется на самой карте. Одинокое нажатие кнопки мыши ставит стартовую маркерную точку на карте и подписывает координаты данной точки. Все последующие нажатия также ставят маркерные точки, но они уже подписываются суммарным расстоянием от стартовой до конечной точки по заданной траектории. Количество точек и сложность строимой траектории ничем не ограничена. Сброс созданной траектории осуществляется нажатием кнопки «Сброс».

Расчет расстояний осуществляется по плоскостной модели, являющейся разверткой сфероида модели WGS84. Это значит, что наиболее точные приближенные оценки расстояний можно проводить около экватора и на малых расстояниях. Погрешность возрастает по мере приближения к полюсам планеты (чем ближе к полюсу, тем больше завышается расстояние).

Измерение площадей

Включение режима измерения площадей на карте осуществляется с помощью вспомогательной компоненты «Управление картой» кнопкой «Площадь» (рис. 14). Измерение площадей осуществляется на самой карте перетаскиванием курсора мыши с

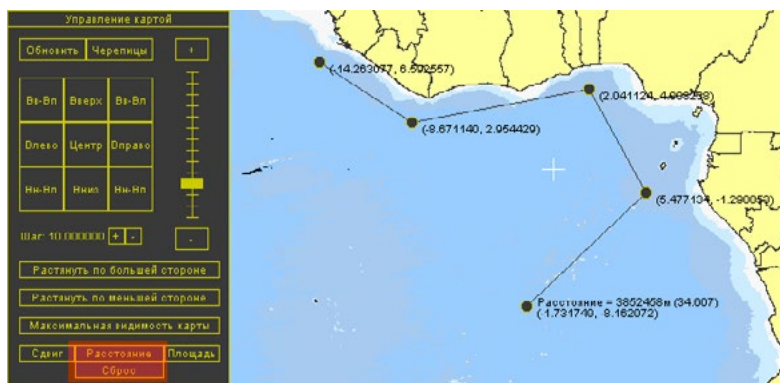


Рис. 13. Функция измерения расстояния компоненты «Управление картой»

нажатой кнопкой мыши. Одиночное нажатие кнопки мыши сбрасывает предыдущую выбранную площадь.

Расчет площадей осуществляется по плоскостной модели, являющейся разверткой сфероидальной модели WGS84. Это значит, что наиболее точные приближенные оценки площадей можно проводить около экватора и на малых площадях. Погрешность возрастает по мере приближения к полюсам планеты (чем ближе к полюсу, тем больше завышается площадь).



Рис. 14. Функция измерения площадей компоненты «Управление картой»

Заключение

В результате проведенных исследований впервые в российских разработках ГИС использованы в среде Интернет:

- встроенная многооконная графическая подсистема (графический пользовательский интерфейс имеет не зависимую от платформы встроенную оконную систему);
- визуализатор, применяющий многопоточные технологии (визуализатор строится по принципу «толстого» клиента и выполняет конечную обработку данных на стороне клиента);
- технологии распределенных вычислений при обслуживании пользователя (кластеризация картографических сервисов).

Данная система разрабатывается в рамках подпрограммы «Единая государственная система информации об обстановке в Мировом океане» (ЕСИМО) [6] Федеральной целевой программы «Мировой океан».

Список литературы

1. Коновалова Н.В., Капралов Е.Г. Введение в ГИС. Уч. пособие. М.: Книга, 1997.
2. Ледяев А.Ю. Разработка тиражируемой многофункциональной сетевой системы визуализации пространственных данных на новых принципах в кроссплатформенной среде // Тезисы докладов итогового заседания по программе «У.М.Н.И.К.» молодежной секции «Энергетика. Человек. Прогресс» XI Международной конференции «Безопасность АЭС и подготовка кадров», 2 октября 2009. Обнинск: ИАТЭ, 2009. С. 6–9.
3. Ледяев А.Ю. Сетевая система визуализации пространственных данных// Тезисы докладов Второй научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых специалистов «Информационные системы и технологии-2009», 15 мая 2009. Обнинск: МП «Обнинская типография», 2009. С. 32–34.
4. Рахманов М. ГИС в России: на пороге больших перемен: Статья, 7 ноября 2006 г. / CNews, 2006. Электронный ресурс. URL: http://www.cnews.ru/reviews/free/gov2006/articles/geo_rev.shtml (дата обращения: 19 декабря 2009 г.).
5. Рейнгольд Л. Пространственные данные: бум на рынке не за горами: Статья. / CNews, 2006. Электронный ресурс. URL: <http://www.cnews.ru/reviews/?2006/03/15/197736> (дата обращения: 25 декабря 2009 г.).
6. Портал подпрограммы «Единая государственная система информации об обстановке в Мировом океане» Федеральной целевой программы «Мировой океан» / ВНИИМГМИ-МЦД, 2009. Сайт. URL: <http://data.oceaninfo.ru> (дата обращения: 25 декабря 2009 г.).
7. Environmental Systems Research Institute - The GIS software leader / ESRI, 2009. Сайт. URL: <http://www.esri.com/> (дата обращения: 25 декабря 2009 г.).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЛАСТЕРОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗКИ В ОБСЛУЖИВАНИИ СИСТЕМЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ГИС

Введение

Сегодня в мире все большее распространение получают системы, работающие в online и использующие глобальную сеть Internet. Не являются исключением и геоинформационные системы (ГИС) [3, 4, 7]. Разнообразные сетевые ГИС комплексы рано или поздно сталкиваются с проблемой нехватки вычислительной мощности для работы в on-line. Для решения этой проблемы целесообразно использовать технологию «толстых» клиентов и кластеров распределения нагрузки (КРН) для обслуживания систем визуализации ГИС. Использование кластеров приобретает все более массовый характер. Данная проблема подробно рассматривалась в рамках Третьей Международной научно-практической конференции «Современные информационные технологии и ИТ-образование», где было представлено около десятка работ по этой тематике [1, 2, 5, 6].

По определению в информационных технологиях **кластер** – это группа серверов (программных или аппаратных), объединенных логически, способных обрабатывать идентичные запросы и использующихся как единый ресурс. Чаще всего серверы группируются посредством локальной сети.

Принцип работы КРН строится на распределении запросов через один или несколько входных узлов, которые перенаправляют их на обработку в остальные, вычислительные узлы. Первоначальная цель такого кластера – повышение производительности обработки данных, однако в них часто используются также и методы, повышающие надежность работы серверов. Подобные конструкции называются **серверными фермами**.

За счет реализации системы приоритетов и системы защиты от перегрузок маршрутизирующего сервера кластера (МСК) кластер может иметь разнородную структуру, состоящую из аппаратных систем разной производительности.

Единственным требованием к серверам кластера является одинаковое серверное программное обеспечение с семантической

точки зрения. Из вышесказанного следует, что кластер может иметь любые платформы и операционные системы (ОС). Примером серверного программного обеспечения можно привести Open Source разработки Apache и JBoss, которые перенесены на множество ОС под различные аппаратные платформы.

Обзор архитектур вычислительных комплексов

Кластер – это группа компьютеров, объединенных высокоскоростными каналами связи, представляющая с точки зрения пользователя единую машину. Один из первых архитекторов кластерной технологии Грегори Пфистер (Gregory F. Pfister) дал кластеру следующее определение [8]: «Кластер – это разновидность параллельной или распределенной системы, которая состоит из нескольких связанных между собой компьютеров и используется как единый, унифицированный компьютерный ресурс».

Обычно различают следующие основные виды кластеров:

1. Отказоустойчивые кластеры (high-availability clusters, ha).
2. Кластеры с балансировкой нагрузки (load balancing clusters).
3. Вычислительные кластеры (computing clusters).
4. Grid-системы.

Кластеры высокой доступности (отказоустойчивые).

Обозначаются аббревиатурой НА (англ. High Availability – высокая доступность). Создаются для обеспечения высокой доступности сервиса, предоставляемого кластером. Избыточное число узлов, входящих в кластер, гарантирует предоставление сервиса в случае отказа одного или нескольких серверов. Типичное число узлов – два, это минимальное количество, приводящее к повышению доступности.

Кластеры распределения нагрузки. Принцип их действия строится на распределении запросов через один или несколько входных узлов, которые перенаправляют их на обработку в остальные, вычислительные узлы. Первоначальная цель такого кластера – производительность, однако в них часто используются и методы, повышающие надежность. Подобные конструкции называются серверными фермами.

Вычислительные кластеры. Кластеры используются в вычислительных целях, в частности в научных исследованиях.

Для вычислительных кластеров существенными показателями являются высокая производительность процессора на операциях над числами с плавающей точкой (flops) и низкая латентность объединяющей сети, и менее существенными – скорость операций ввода-вывода, которая в большей степени важна для баз данных и Web-сервисов. Вычислительные кластеры позволяют уменьшить время расчетов, по сравнению с одиночным компьютером, разбивая задание на параллельно выполняющиеся ветки, которые обмениваются данными по связывающей сети. Одна из типичных конфигураций – набор компьютеров, собранных из общедоступных компонентов, с установленной на них операционной системой Linux, и связанных сетью Ethernet, Myrinet, Infini-Band или другими относительно недорогими сетями. Таковую систему принято называть кластером Beowulf. Специально выделяют высокопроизводительные кластеры (обозначаются английской аббревиатурой HPC Cluster – High-performance computing cluster).

Системы распределенных вычислений (grid). Такие системы не принято считать кластерами, но их принципы в значительной степени сходны с кластерной технологией. Их также называют grid-системами. Главное отличие – низкая доступность каждого узла, т. е. невозможность гарантировать его работу в заданный момент времени (узлы подключаются и отключаются в процессе работы), поэтому задача должна быть разбита на ряд независимых друг от друга процессов. Такая система, в отличие от кластеров, не похожа на единый компьютер, а служит упрощенным средством распределения вычислений. Нестабильность конфигурации в таком случае компенсируется большим числом узлов.

Архитектура вычислительного комплекса

Вычислительный комплекс состоит из нескольких основных структурных блоков (рис. 1):

1. **Хранилище исходных данных**, содержит исходные данные, используемые для обслуживания пользователя комплекса гис (в данном случае используется некий упорядоченный с помощью файловой системы набор share файлов).

2. **Репликатор исходных данных (РИД)** – программный комплекс, использующийся для осуществления репликации исходного набора данных между серверами кластера.

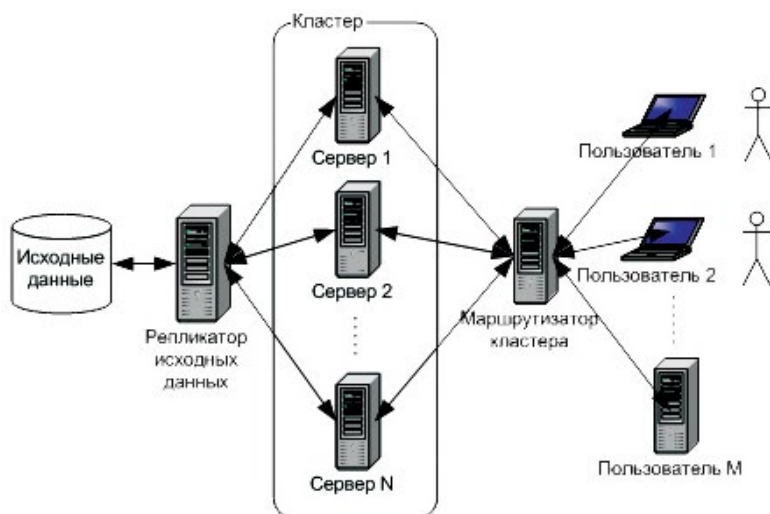


Рис. 1. Схема взаимодействия модулей вычислительного комплекса

3. **Программно-аппаратный кластер** представляет собой программный комплекс, интегрирующий несколько серверов кластера и позволяющий использовать всю распределенную аппаратную систему как единое целое.

4. **Маршрутизатор кластера** – это программный комплекс, осуществляющий контроль работоспособности системы в целом, распределяющий нагрузку и предоставляющий доступ к ресурсам комплекса программному обеспечению (по) пользователя системы.

5. **Клиентское программное обеспечение (КПО)**, которое умеет подключаться к маршрутизатору кластера и работать с вычислительным кластером.

Архитектура программного комплекса кластера распределения нагрузки приведена на рис. 2. Сплошными линиями на рисунке обозначены потоки данных, пунктирными – программное управление одной компоненты комплекса работой и поведением другой компоненты. В состав комплекса входят два вида компонент: внутренние и внешние.

Внешними компонентами системы являются «потребители информации»: разнообразные визуализаторы ГИС, программы

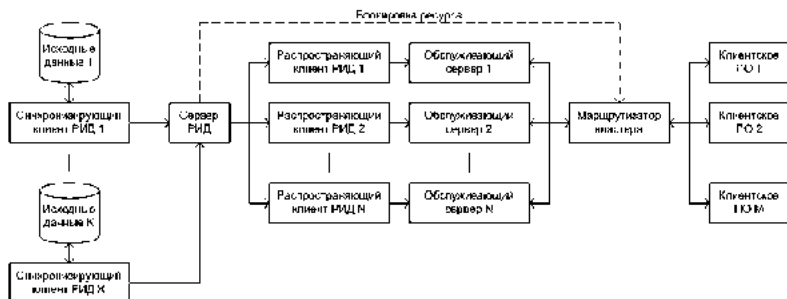


Рис. 2. Архитектура вычислительного кластера комплекса ГИС

вторичной обработки информации. Для внешних компонент комплекс представляется в виде «черного ящика» со стандартизированным интерфейсом взаимодействия.

Внутренние компоненты осуществляют функциональную работу комплекса. Ниже приведен список внутренних компонент комплекса:

1. Хранилища исходных данных.
2. Синхронизирующие клиенты репликатора исходных данных.
3. Центральный сервер репликатора исходных данных.
4. Распространяющие клиенты репликатора исходных данных.
5. Массив многопоточных обслуживающих серверов кластера.
6. Маршрутизирующий сервер кластера.

Исходные данные

Исходные данные для ГИС системы хранятся в виде набора Shape и дополняющих их атрибутивных файлов. Все файлы исходных данных хранятся в виде упорядоченных древовидных файловых структур на уровне файловой системы операционной системы (ОС) некоторого сетевого хранилища данных.

Единицей синхронизации данных может быть отдельный файл или каталог. Каждая единица синхронизации регистрируется в синхронизирующем клиенте РИД (СКРИД) как отдельный ресурс данных. После регистрации ресурсов в СКРИД он автоматически регистрирует их в общем каталоге ресурсов центрального сервера РИД (ЦСРИД).

Репликатор исходных данных

Репликатор исходных данных является ключевым звеном при доступе системы к хранилищам данным. РИД является центром звездообразной топологии. Следовательно, он должен иметь средства аппаратного резервирования и отказоустойчивости.

РИД состоит из:

1. Центрального сервера синхронизации.
2. Клиентов на распределенных сетевых хранилищах исходных данных.
3. Клиентов на серверах кластера.

Клиент на сетевом хранилище обеспечивает поставку новых данных. Клиенты на серверах кластера обеспечивают принятие и синхронизированное обновление данных. Центральный сервер обеспечивает передачу данных и инициирует синхронизированное обновление данных. Также центральный сервер РИД следит за тем, чтобы обеспечивалось восстановление данных на серверах, вышедших из состояния неработоспособности.

РИД работает с исходными данными в виде ресурсов на уровне файловой системы. РИД имеет таблицу файлов, состоящую из следующих полей:

1. Идентификатор ресурса.
2. Путь к файлу.
3. Имя файла.
4. Дата последнего обновления.
5. Периодичность обновления.

На время синхронизации отстающего сервера РИД должен обеспечить блокировку доступа к этому сервера из МСК. Достигается это при помощи обмена системными сообщениями между РИД и МСК.

Загрузка новых данных. Сразу после того, как в общем каталоге ЦСРИД появляется новый ресурс, ЦСРИД выполняет копирование этого ресурса (файла или набора файлов) в свой буфер временных файлов (БВФ) через СКРИД. Состояние ЦСРИД во время копирования называется «состоянием загрузки» некоторого ресурса.

Имея в своем БВФ некоторый ресурс, ЦСРИД оповещает все доступные распространяющие клиенты РИД (РКРИД) о необходимости загрузки этого ресурса. Это состояние ЦСРИД называется «состоянием раздачи».

После того, как некоторый РКРИД получил оповещение, он начинает загрузку этого ресурса в свой БВФ. Загрузив обновленный ресурс, РКРИД переходит в «состояние готовности» и ожидает готовности всей системы РИД к использованию ресурса.

Как только все доступные РКРИД оказываются в состоянии готовности, ЦСРИД выдает команду о начале замены файлов для обслуживания пользователя данных. Все РКРИД синхронно осуществляют подключение ресурса, тем самым обеспечивают правильность и бесперебойность работы вычислительного кластера.

Загрузка обновленных исходных данных. СКРИД периодически проверяет даты последнего изменения зарегистрированных ресурсов. В случае, если ресурс является файлом, то СКРИД просто проверяет дату последнего обновления этого файла. Если ресурс является каталогом, то СКРИД рекурсивно проверяет все даты последнего обновления этого каталога и его вложенных элементов.

При обнаружении изменения даты обновления некоторого ресурса СКРИД осуществляет подключение к ЦСРИД и передает соответствующее сообщение с информацией об обновленном ресурсе этому серверу.

ЦСРИД, получив сообщение об обновлении некоторого ресурса в хранилище исходных данных, выполняет копирование этого ресурса в свой БВФ через СКРИД. Если в БВФ присутствует более старая копия ресурса, то она удаляется.

Далее алгоритм работы аналогичен загрузке новых данных, начиная с состояния раздачи ЦСРИД.

Дозагрузка исходных данных. В любой момент времени может возникнуть ситуация, при которой один из серверов аппаратно или программно не будет доступен системе. Находясь некоторое время в состоянии недоступности, сервер может отстать в синхронизации по данным.

Состояние сервера определяется ЦСРИД и МСК периодической отправкой сервисного запроса РКРИД и обслуживающему серверу соответственно. Состояние недоступности также может определяться по невозможности выполнения какой-либо операции с сервером.

Когда сервер переходит в состояние доступности, ЦСРИД автоматически посылает команду блокировки данного сервера маршрутизирующему серверу кластера (МСК).

Далее ЦСРИД выполняет проверку ресурсов нового сервера и необходимые синхронизации. После чего ЦСРИД осуществляет разблокирование сервера на МСК и он может полнофункционально использоваться в системе.

Маршрутизирующий сервер кластера

Маршрутизирующий сервер кластера является ключевым звеном для обеспечения доступа к комплексу. МСК является центром звездообразной топологии. Следовательно, он должен иметь средства аппаратного резервирования и отказоустойчивости.

Обработка запроса. МСК принимает пользовательские запросы по протоколу **HTTP** на заданном **порту**. Одновременно на одной аппаратной системе может работать несколько МСК за счет разделения их по портам и аппаратным серверам. МСК после принятия запроса пользователя считывает параметры запроса **GET** и **POST**.

После этого он в таблице маршрутизации ищет ресурс, который был указан в параметрах **GET**.

Если ресурс не был найден, то МСК **обрывает** соединение с клиентом.

Если ресурс был найден, то МСК считывает базовый URL сервера кластера, дописывает к нему полученные от клиента по запросу **GET** параметры, устанавливает соединение с сервером кластера, передает ему **POST**-параметры и переходит в состояние ожидания ответа от сервера.

Если на этапе установки соединения с сервером кластера произошла ошибка, то сервер помечается как нерабочий и МСК **обрывает** соединение с клиентом. Далее, когда приходит ответ с сервера кластера, МСК ретранслирует его клиенту и закрывает соединения.

Состояние серверов. Сервер считается **работоспособным**, когда на нем успешно отработан предыдущий запрос или в отсутствии таковых отвечает на тестовые запросы МСК через некоторый заданный промежуток времени. Иначе сервер считается **неработоспособным**.

Сервер считается **занятым**, когда на нем одновременно работает такое количество потоков, которое больше или равно приоритету этого сервера.

МСК также осуществляет фоновую проверку работоспособности всех серверов. Если соединение с сервером невозможно

установить, то сервер маркируется как нерабочий. Если с сервером, который помечен как неработоспособный, удалось установить соединение, то он восстанавливается как работоспособный.



Рис. 3. Блок-схема алгоритма распределения нагрузки

Алгоритм распределения нагрузки. МСК старается распределить нагрузку на несколько серверов в соответствии с установленными приоритетами и защитить сервер от перегрузки. Блок-схема алгоритма приведена на рис. 3.

Примем за фактическую нагрузку сервера количество обращений к нему, хотя это и не отражает величину реальной нагрузки из-за пространственной и временной неоднородности данных и запросов.

Обозначим фактическую нагрузку сервера i как l_i .

Приоритет обозначает долю нагрузки на сервер и количество одновременно работающих потоков на каждом сервере. На основании приоритетов происходит расчет недогрузки серверов. Рекомендуется задавать приоритет не больший, чем количество процессорных единиц сервера.

Обозначим приоритет сервера i как P_i .

Примем за текущую единицу загрузки сервера i величину, равную частному фактической нагрузки и приоритета этого сервера:

$$\Delta l_i = \frac{l_i}{P_i}.$$

Обозначим все текущие единицы загрузки серверов как множество текущих единиц загрузки:

$$L = \{\Delta l_1, \Delta l_2, \dots, \Delta l_N\}.$$

Найдем максимальную текущую единицу загрузки:

$$\Delta l_{\max} = \max L.$$

Рассчитаем **текущую недогрузку** для всех работоспособных и незанятых серверов:

$$u_i = P_i \Delta l_{\max} - l_i.$$

То есть неработоспособные и полностью загруженные сервера не участвуют в арбитраже нагрузок.

Обозначим все текущие недогрузки серверов как **множество текущих недогрузок**:

$$U = \{u_1, u_2, \dots, u_K\}.$$

Найдем **максимальную текущую недогрузку**:

$$u_{\max} = \max U.$$

Итак, мы определили работоспособный, незанятый сервер с максимальной недогрузкой. По приведенному выше алгоритму происходит распределение запросов (нагрузки) по кластеру. Таким образом, МСК отдает запрос максимально незагруженному серверу.

Примем за **теоретическую нагрузку** сервера некоторое количество обращений, кратное приоритету,

$$l_i^* = kP_i.$$

Как видно из формулы, l_i^* является идеальным распределением нагрузки. И из-за пространственной и временной неоднородности данных и запросов он является трудно достижимым, несмотря на то, что система к этому стремится. Иными словами, система находится в бесконечном стремлении к идеальному распределению нагрузки.

Таблица маршрутизации. Таблица маршрутизации серверов показана на рис. 4 и состоит из следующих полей:

1. Идентификатор ресурса.
2. Url сервера кластера.
3. Состояние сервера (статистика).
4. Время последнего обращения к серверу (статистика).
5. Приоритет сервера.
6. Количество обращений к серверу (статистика).

Клиентское программное обеспечение

Пользователь системы полностью абстрагирован от внутренней структуры комплекса кластера распределения нагрузки. Для

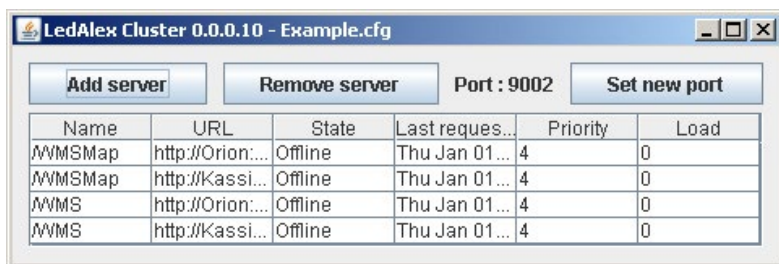


Рис. 4. ГПИ маршрутизирующего сервера кластера

пользователя система представляется в виде обычного ресурса сети, имеющего собственный **URL**-адрес.

Пользователь обращается к системе при помощи стандартизированных запросов **GET**- и **POST**-протокола **HTTP**.

В роли пользователя может выступать как любое клиентское программное обеспечение, так и серверное программное обеспечение, использующее результаты работы комплекса для дальнейшей вторичной обработки.

Выводы

Данный подход и с использованием технологий кластеров, и параллельных вычислений обеспечивает:

1. Многократное повышение производительности.
2. Надежность системы за счет необходимой избыточности.
3. Повышение стабильности системы в целом за счет специальных алгоритмов передачи запросов и данных.

Также следует отметить, что система показывает многократное повышение производительности не только за счет распределения запросов от разных пользователей, но и более высокие результаты при повышении производительности при использовании этими пользователями многопоточных клиентов.

Список литературы

1. Гергель В.П. Образовательный комплекс «Теория и практика параллельного программирования». Статья. 6–9 декабря 2008 г. / МГУ, 2008. Типографическое издание.
2. Ким А.К., Волконский В.Ю., Сахин Ю.Х., Семенихин С.В., Фельдман В.М., Груздов Ф.А., Парахин Ю.Н., Михайлов М.С., Слесарев М. Микропроцессорные вычислительные комплексы с архитектурой «Эльбрус» и их развитие. Статья. 6–9 декабря 2008 г. / МГУ, 2008. Типографическое издание.

3. Ледаев А.Ю. Сетевая система визуализации пространственных данных // Тезисы докладов Второй научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых специалистов «Информационные системы и технологии-2009». 15 мая 2009 г. Обнинск: МП «Обнинская типография», 2009. С. 32–34.
4. Ледаев А.Ю. Разработка тиражируемой многофункциональной сетевой системы визуализации пространственных данных на новых принципах в кроссплатформенной среде // Тезисы докладов итогового заседания по программе «У.М.Н.И.К.» молодежной секции «Энергетика. Человек. Прогресс» XI международной конференции «Безопасность АЭС и подготовка кадров». 2 октября 2009. Обнинск: ИАТЭ, 2009. С. 6–9.
5. Лупин С.А., Подкопаев И.В., Дорошенко Е.С. Кластеры CoPC в учебном процессе университета. Статья. 6–9 декабря 2008 г. / МГУ, 2008. Типографическое издание. URL.
6. Сухорослов О.В. Применение технологий Web 2.0 для создания Grid-систем нового поколения. Статья. 6–9 декабря 2008 г. / МГУ, 2008 г. Типографическое издание.
7. Что такое ГИС? Статья. / Дата+, 2008. Электронный ресурс. URL: http://www.dataplus.ru/Industries/100_GIS/GIS.htm (дата обращения: 23 декабря 2009 г.).
8. Gregory F. Pfister In search of clusters : Книга. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice-Hall, Inc., 1998.

*А.В. Беспрозванных, Е.П. Потапова, Л.Н. Сенова,
Н.Л. Ульянич, Р.А. Шерстюкова*

ФОРМИРОВАНИЕ В СИСТЕМЕ CLIWARE КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ В МЕЖДУНАРОДНЫХ СТАНДАРТАХ

Разработанный в 2000 году программно-технологический комплекс CliWare, базирующийся исключительно на Web-технологиях, решает следующие задачи: ввод гидрометеорологической информации в систему, получение различных климатических характеристик, ведение базы данных гидрометеорологической информации и метаданных, а также архивация метеорологических данных. В качестве еще одной функции комплекса является формирование картографической продукции.

Для графического отображения метеорологической информации в системе CliWare разработан комплекс программных средств создания слоев ГИС и их отображения на Web-браузере пользователя. Комплекс программных средств создания слоев ГИС реализован как Web-приложение, выполняется на стороне сервера, генерирует прозрачные растровые изображения изолиний и точек распределения метеорологических данных.

Для отображения физических карт на Web-сервере был установлен сервлет deegree.wms свободно распространяемого программного продукта Deegree.

При формировании запросов были использованы стандарты интерфейса Web-Map Server (WMS), разработанные Open GIS Consortium, Inc. (OGC).

Для многих прикладных задач необходимо построение изолиний различных метеоэлементов.

Нанесение изолиний состоит из двух этапов:

- вычисление значений в узлах сетки;
- нанесение изолиний.

Алгоритм получения значений в узлах регулярной сетки

1. Для расчета значений в узлах регулярной сетки используются метеоэлементы, не забракованные на этапе первичной обработки.

Для каждого узла φ_i, λ_i регулярной сетки выбираются ближайшие восемь точек, равномерно расположенных вокруг узла (определение влияющих точек) [1]. Здесь φ_i и λ_i соответственно, широта и долгота i -го узла.

2. Определяется r_i расстояние от i -й точки до j -го узла из соотношения

$$r_i = (\varphi_j - \varphi_i)^2 + (\lambda_j - \lambda_i)^2 \cdot \cos^2\left(\frac{\varphi_i + \varphi_j}{2}\right) \cdot 0,01745329.$$

3. Вычисляются коэффициенты интерполяции p_i для каждой точки (φ_i, λ_i)

$$p_i = \frac{\prod_{i=1}^n r_i}{\sum_{i=1}^n \frac{\prod_{i=1}^n r_i}{r_i}},$$

где n – число влияющих точек.

4. По данным наблюдений ξ_i в точках (φ_i, λ_i) , где $i=1, 2, \dots, n$, интерполируется значение ξ_j в точке (φ_j, λ_j) :

$$\xi_j = p_1 \cdot \xi_1 + p_2 \cdot \xi_2 + \dots + p_n \cdot \xi_n;$$

Динамическая генерация прозрачных изображений изолиний

Для отображения физических карт на Web-сервере был установлен сервлет deegreewms свободно распространяемого программного продукта Deegree.

Пример запросов к сервлету deegreewms:

http://localhost/deegree/deegreewms?SERVICE=WMS&VERSION=1.1.1&REQUEST=GetMap&SRS=EPSG:4326&LAYERS=world,Rivers,Lakes,WorldBorder&STYLES=default,rivers,lakes,wb&BBOX=30,52,44,59&HEIGHT=300&WIDTH=600&FORMAT=png&BGCOLOR=0xFFFFFFFF&TRANSPARENT=TRUE&EXCEPTIONS=application/vnd.ogc.se_inimage

На рис. 1 представлен участок физической карты с координатами: левый нижний угол – широта 52°, долгота 30°; правый верхний угол – широта 59°, долгота 44°. Заданы слои LAYERS=world,Rivers,Lakes,WorldBorder.



Рис. 1. Физическая карта выбранного участка

Программный продукт Izoline реализован на основе технологии Servlet.

Примеры запросов к сервлету izoline:

Пример 1

`http://localhost/izoline/izoline?VERSION=1.1.1&REQUEST=GetMap&SRS=EPSG:4326&HEIGHT=300&WIDTH=600&FORMAT=image/png&BGCOLOR=0xFFFFFFFF&TRANSPARENT=TRUE&BBOX=30,52,44,59&TIME=2004-01-12T06Z&LAYERS=synoptt&YLES=blue`

На рис. 2 изображены изолинии температуры воздуха за 1 января 2004 года, срок 06 на участке с координатами (долгота, широта): левый нижний угол – 52°, 30°, правый верхний угол – 59°, 44°.

Пример 2

`http://localhost/izoline/izoline?VERSION=1.1.1&REQUEST=GetMap&SRS=EPSG:4326&HEIGHT=300&WIDTH=600&FORMAT=image/png&BGCOLOR=0xFFFFFFFF&TRANSPARENT=TRUE&BBOX=30,52,44,59&TIME=2004-01-12T06Z&LAYERS=synoptt_v&STYLES=red`

На рис. 3 изображены значения температуры воздуха за 1 января 2004 года, срок 06 на участке с координатами: левый нижний

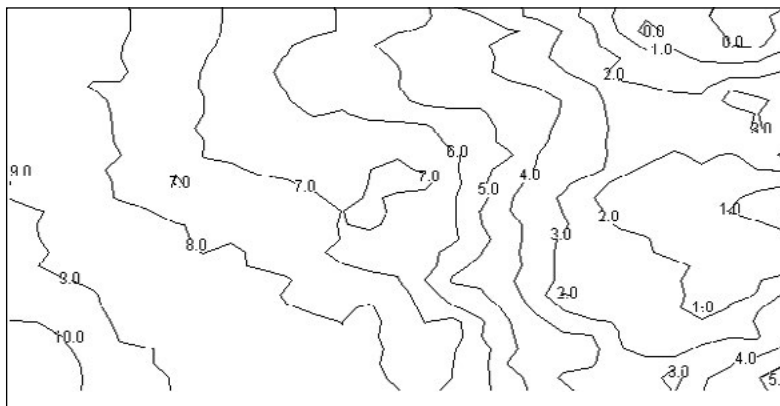


Рис. 2. Изолинии температуры воздуха

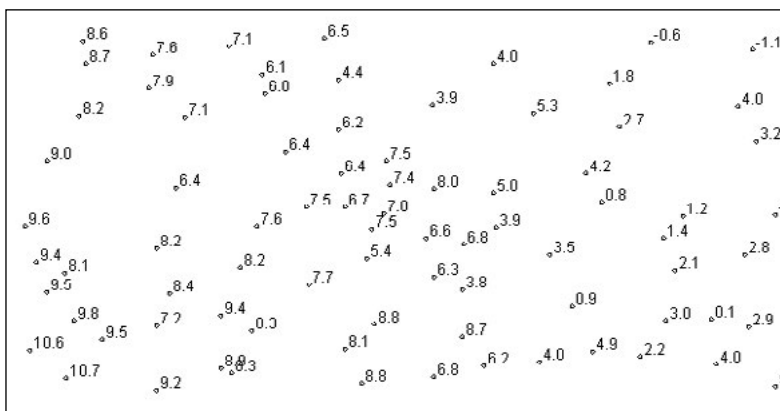


Рис. 3. Значения температуры воздуха

угол – 52°, 30°, правый верхний угол – 59°, 44°.

При формировании запросов были использованы стандарты интерфейса Web-Map Server (WMS), разработанные Open GIS Consortium, Inc. (OGC) [2].

В интерфейсе Web-Map Server (WMS) определены три вида запросов – GetCapabilities, GetMap и GetFeatureInfo. При создании сервлета izoline были использованы стандарты запроса GetMap, перечень параметров запроса представлен в табл. 1.

Более подробные сведения о параметрах запроса GetMap можно найти на сайте международной организации Open GIS

Таблица 1

Параметры запроса GetMap

Параметры запроса	Описание
VERSION =1.1.1	Версия запроса
REQUEST =GetMap	Название запроса
LAYERS =список слоев	Один или большее количество слоев, отделенные запятыми
STYLES =список стилей	Один или большее количество стилей слоя, отделенные запятыми
SRS =вид проекции	Пространственная система координат
BBOX =minx, miny, maxx, maxy	Ограничение углов карты (левый нижний, правый верхний)
WIDTH = ширина	Ширина в пикселах изображения карты
HEIGHT =высота	Высота в пикселах изображения карты
FORMAT =формат	Выходной формат карты
TRANSPARENT =TRUE FALSE	Прозрачность фона карты (значение по умолчанию=FALSE)
BGCOLOR =значение цвета	Шестнадцатеричное значение цвета для фона (значение по умолчанию=0xFFFFFF)
TIME =время	Значение даты уровня

www.opengis.org.

Отображение изолиний на карте

MapIzoline – это диалоговая географическая информационная система (ГИС), которая разработана для отображения метеорологической информации на карте в виде изолиний и точек на вашем Web-браузере, выполнена в виде ГИС клиента. Пользовательский интерфейс сделан как HTML-форма. Старт данного приложения осуществляется с помощью Web-браузера, набирая url <http://localhost/mapizoline/index.html>.

MapIzoline предлагает пользователю возможность создавать динамические запросы на интересующие данные и отображать результаты запросов в виде изолиний и точек на карте. Имеется возможность изменять масштаб изображения, переключать различные слои данных, делать их видимыми и не видимыми на

стороне клиента. MapIzoline выполнена с использованием Deegree WMS и разработанного программного продукта Izoline. Deegree WMS используется для получения карт в виде png-изображений, Izoline строит по запросу изолинии метеорологических элементов, хранящихся в системе CLIWARE в виде прозрачных png-изображений. Deegree WMS и Izoline используют интерфейс Web Map Server (WMS) – стандарт, разработанный Open GIS Consortium, Inc. (OGC).

Выбор параметров формы ввода

На рис. 4 представлена форма выбора параметров для запроса после старта приложения. Для запроса к сервлетам, генерирующих карты и изолинии, требуется заполнить окна ввода и выбора. Время задается по Гринвичу. По умолчанию дата берется текущая, срок – 00. Дата заполняется строго по формату уууу-мм-dd, где уууу – год, четыре цифры, мм – номер месяца от 01 до 12, dd – номер дня от 01 до 30 или 31, для февраля – 28 или 29.

Выбор района карты осуществляется с помощью мыши. Щелчком мыши фиксируется начальная точка на карте и, не отпуская левой клавиши мыши, растягивается прямоугольная рамочка, после отпуска клавиши координаты рамки отображаются в окнах

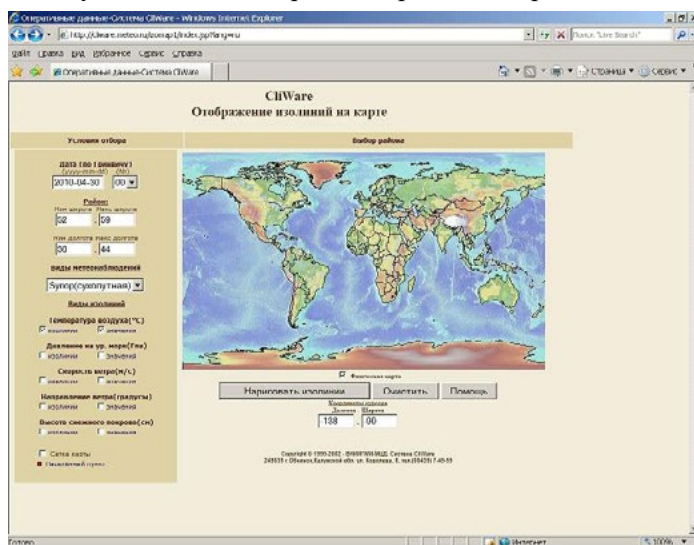


Рис.4. Форма выбора параметров

выбора района. Координаты курсора мыши на карте отображаются в окнах, расположенных ниже карты.

В левой части формы имеется список метеорологических параметров. Выбор требуемых параметров отмечается галочками. После заполнения всех полей выбора нажимается кнопка «Нарисовать изолинии». Кнопка «Очистить» служит для восстановления первоначальной формы с картой всего земного шара. После нажатия кнопки «Нарисовать изолинии» формируются запросы, отображается карта выбранного района и на ней запрошенные параметры в виде прозрачных слоев.

В MapIzoline все выбранные слои изображений наложены друг на друга. Верхним слоем является последний выбранный слой снизу вверх и справа налево. Убирая галочку выбора параметра, пользователь тем самым делает невидимым выбранный слой, на стороне клиента можно отключить и включить физическую карту или любой отмеченный галочкой параметр. На рис. 5 представлен результат выполнения запроса, графическое изображение хода изменения значения по одному выбранному параметру.

На рис. 5 отображены изолинии в виде отдельного слоя.

На карте в точках с соответствующими координатами проставляются значения метеоэлемента. На рис. 6 представлены значения метеоэлемента в виде отдельного слоя.

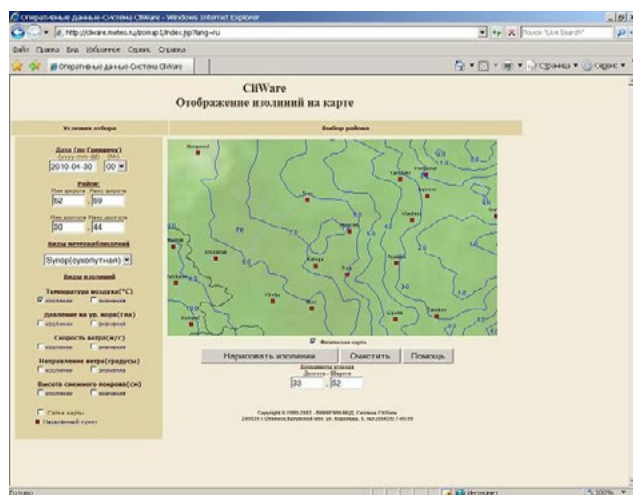


Рис. 5. Графическое отображение изолиний

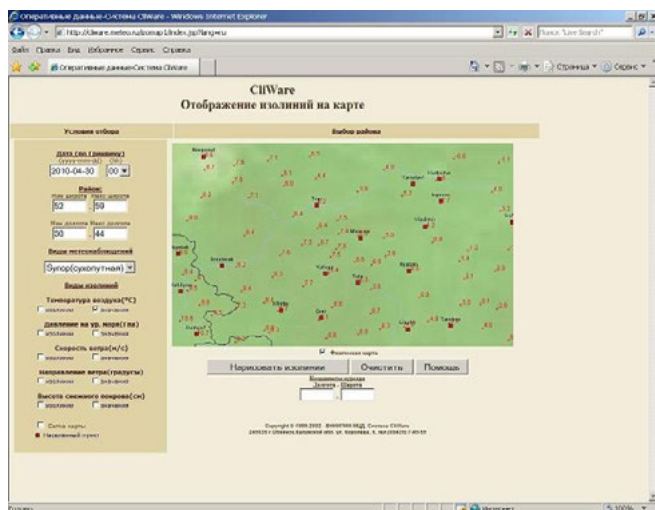


Рис. 6. Графическое отображение значений

Данный комплекс используется на сайте ГУ «ВНИИГМИ-МЦД» при обращении к системе CliWare.

Список литературы

1. Гандин Л.С., Каган Р.Л. Статистические методы интерполяции метеорологических данных. Л.: Гидрометиздат, 1976. 286 с.
2. Open Geospatial Consortium, Inc. 1994–2009. Available from: <<http://www.opengis.org>>.

*А.А. Кузнецов, Н.Н. Михайлов, Н.В. Пузова,
А.М. Стерин, М.З. Шаймарданов*

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДАННЫМИ МЕЖДУНАРОДНОГО ПОЛЯРНОГО ГОДА

Введение

В течение двух лет – с марта 2007 г. по март 2009 г. – в соответствии с программой Международного полярного года (МППГ) в околополярных областях Земли осуществлялись научные наблюдения и исследования природной среды и социальных условий. Одним из основных требований политики данных МППГ [1] является обеспечение доступности полученных данных для широкого круга исследователей в настоящее время и в будущем.

Научной программой участия Российской Федерации в проведении Международного полярного года 2007/08 [2] предусматривалась реализация свыше 200 научных и экспедиционных проектов, выполняемых 70-ю организациями различных ведомств и направленных не только на проведение наблюдений, но и на скорейшее распространение полученных данных и научных знаний в обществе. Для реализации задачи формирования полного полидисциплинарного фонда данных по полярным областям Земли и предоставления к нему доступа пользователей во ВНИИГМИ-МЦД с участием ряда институтов Росгидромета, Академии наук РФ и других ведомств была разработана автоматизированная система управления данными МППГ-Инфо. Система включает в себя информационные технологии сбора, накопления и обмена данными, сеть тематических центров данных, аккумулирующих данные научных и экспедиционных исследований МППГ, Web-портал системы как единую точку доступа к информационным ресурсам МППГ. При построении системы использованы информационные технологии Единой государственной системы информации об обстановке в Мировом океане (ЕСИМО) [3], которые были развиты с учетом специфики данных МППГ.

Схема управления данными МППГ

Под управлением данными понимают комплекс организационно-технических мероприятий, направленных на обеспечение сбора, каталогизации и сохранения данных, а также на создание

условий для распространения данных и предоставления к ним доступа пользователей. Управление данными осуществляется на основе нормативно-методических документов и информационных технологий.

Управление данными, включая сбор, обработку, сохранение, обмен, поиск и доступ к данным и производной информационной продукции по полярным областям Земли является важнейшей составной частью программы МПГ. По существу, полнота и качество реализации управления данными определяют эффективность осуществления научной программы МПГ в целом, обеспечивая интеграцию полидисциплинарных данных и своевременный доступ к информационным ресурсам для исследований и практического применения.

В целях обеспечения управления данными МПГ в Российской Федерации был разработан ряд нормативно-методических документов, начиная с «Концепции информационного обмена в период МПГ 2007/08» и заканчивая форматами сбора и хранения данных. Основные принципы сбора и обмена национальными данными, базирующиеся на положениях международной политики обмена данными, определены в документе «Принципы управления данными в Научной программе участия Российской Федерации в проведении Международного полярного года 2007/08» [4]. Основным рабочим документом предназначенным для использования всеми участниками МПГ является «План управления данными МПГ 2007/08» [5]. В Плане представлена схема управления, взаимодействие различных уровней управления, регламенты представления данных и метаданных, даны ссылки на нормативную и технологическую документацию, программное обеспечение, применяемые в процессе сбора, накопления и обмена данными.

В схеме управления данными МПГ (рис. 1) выделены три уровня:

- морские и наземные экспедиции;
- организации-исполнители проектов МПГ;
- центры данных МПГ.

На каждом уровне осуществляются определенные свойственные этому уровню функции по приему, обработке и передаче данных на верхний уровень. Для выполнения этих функций используются соответствующие информационные технологии. Web-портал MPG-Info выполняет функцию интеграции данных и метаданных через взаимодействие с уровнями организаций и центров данных МПГ.

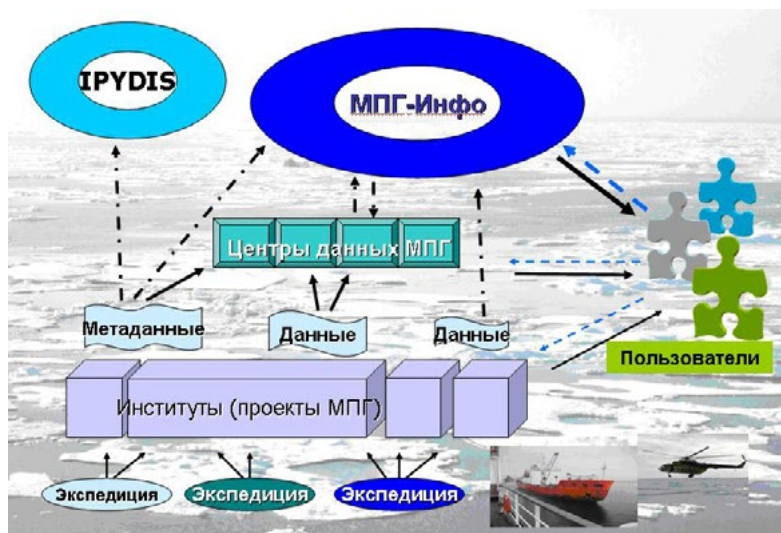


Рис. 1. Схема управления данными МПГ

Управление данными МПГ осуществляется организациями-исполнителями национальной программы МПГ и центрами данных МПГ и включает в себя процессы и процедуры, перечисленные ниже.

1. Сведения о проведенных экспедициях и выполненных в них наблюдениях заносятся лицами, ответственными за проведение экспедиции, посредством Web-форм портала MPG-Info в центральную базу метаданных (ЦБМД) и сразу становятся доступными пользователям.

2. Данные экспедиционных наблюдений формируются в виде отдельных дисциплинарных массивов данных и метаданных и передаются в организации, являющиеся заказчиками того или иного вида наблюдений и исполнителями проектов научной программы МПГ.

3. На организации, ведущие проекты МПГ, и руководителей проектов возлагается задача передачи данных, полученных по проектам, а также сопутствующих метаданных в центры данных МПГ в зависимости от их дисциплинарного направления.

Они также обязаны зарегистрировать переданные данные в системе МПГ-Инфо путем заполнения соответствующих Web-форм

описания массивов данных. Массивы данных небольшого объема могут быть загружены непосредственно в систему МПГ-Инфо.

Данные проектов, включенных в международную программу МПГ, также должны быть зарегистрированы в международном каталоге GCMD/IPYDIS (<http://gcmd.gsfc.nasa.gov/KeywordSearch/Home.do?Portal=ipy&MetadataType=0>).

3. Дисциплинарные центры данных МПГ обеспечивают приемку, накопление и долговременное гарантированное хранение материалов экспедиционных наблюдений и научных исследований от организаций-исполнителей проектов МПГ по направлениям, закрепленным за центром МПГ, формирование полных и качественных баз данных, мониторинг сбора данных и метаданных.

4. Web-портал системы МПГ-Инфо предоставляет сервисы поиска и доступа к метаданным и данным, размещенным в дисциплинарных центрах данных МПГ и непосредственно в базе МПГ-Инфо в режиме on-line.

Таким образом, данные считаются включенными в информационный фонд МПГ, если они зарегистрированы в каталоге системы МПГ-Инфо и представлены в центр данных МПГ, определенный в Плане управления данными. На базе нескольких институтов различных ведомств образовано семь тематических центров данных МПГ по таким направлениям, как метеорология и океанография (ВНИИГМИ-МЦД), геология (ВСЕГЕИ), геофизика (ГЦ РАН), морские льды (ААНИИ), экология и гляциология (ИГ РАН), биология (ЗИН РАН), медицина (НИИПМ СГМУ), призванных осуществлять накопление, хранение и обслуживание пользователей соответствующими тематическими данными. Принцип обязательной регистрации данных обеспечивает формирование общего каталога данных с указанием типа доступа – в режиме on-line, или по запросу, адресованному в тематический центр данных МПГ.

Информационные технологии

Информационные технологии управления данными МПГ включают нормативно-технологическую документацию и программное обеспечение, применяемые в процессе сбора, накопления и обмена данными, и состоят из двух блоков:

- технологии сбора и первичной обработки данных;
- Web-технологии интеграции и удаленного доступа к данным.

1. Для реализации первого блока были подготовлены схема и регламент сбора данных экспедиционных наблюдений и результатов научных исследований, разработана спецификация оформления данных для представления в центры сбора, разработано программное обеспечение синтаксического контроля и конвертирования данных.

Одним из основных требований политики данных МПГ является обеспечение доступности полученных данных для широкого круга исследователей в настоящее время и в будущем. При этом под доступностью в широком плане следует понимать не только физическую возможность для пользователей получить копию данных на техническом носителе или через Интернет, но также наличие описания (метаданных) и формата, обеспечивающих понимание данных и их правильное применение.

Планом управления данными МПГ предусматривается применение, с одной стороны, форматов и технологий, используемых в различных дисциплинах для обработки текущих регламентных потоков данных, с другой стороны, для данных наблюдений, не имеющих форматов сбора, или вместо форматов, не нашедших широкого применения, предлагается использовать разработанные во ВНИИГМИ-МЦД в рамках ЕСИМО «Технические спецификации обмена данными об обстановке в Мировом океане». На основе спецификаций подготовлены «Методические рекомендации по оформлению данных экспедиционных наблюдений» [6], в которых устанавливаются основные требования по форме представления материалов наблюдений, полученных в наземных и морских экспедициях, предложен ряд решений в целях обеспечения уникальной идентификации данных и стандартизации их представления. Одним из основных является требование, согласно которому любой комплект данных должен сопровождаться файлом описания (метаданными) заданной структуры.

Это описание оформляется в отдельном текстовом файле, содержащем набор ключевых идентификаторов и соответствующую им информацию, список прилагаемых файлов данных, формализованное описание структурированных данных. Ключевые идентификаторы записываются в квадратных скобках и используются для проверки полноты описания и автоматизированного поиска данных.

Для структурированных табличных данных применена спецификация текстовых данных с разделителем, развитая в направлении обеспечения формирования иерархических двух-уровневых массивов данных, что важно, в частности, для данных вертикального зондирования, имеющих географическую привязку. Это позволяет избежать избыточности данных, характерной для плоской модели.

Данные в таблично-текстовом формате сопровождаются формализованным описанием, которое позволяет осуществлять синтаксический контроль данных и их разбор по элементам, автоматизировать процесс объединения и формирования полных баз данных при условии использования общего словаря параметров.

Для поддержки спецификаций разработано программное обеспечение, позволяющее конвертировать исходные данные в формат обмена, стандартизовать форму представления, например таких общих элементов данных, как дата и время, географические координаты, проводить синтаксический и семантический контроль представляемых данных (рис. 2).

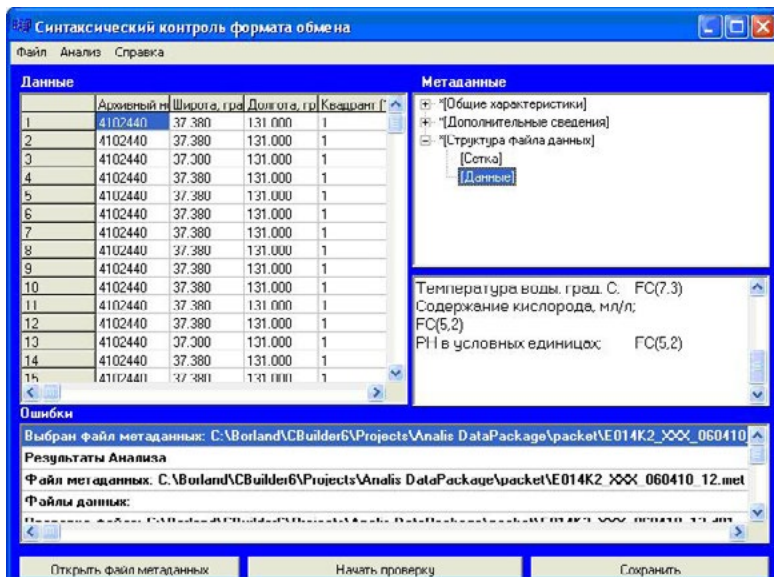


Рис. 2. Интерфейс пользователя программы синтаксического контроля

2. В системе МПГ-Инфо осуществляется централизованное хранение метаданных в централизованной базе метаданных и распределенное между тематическими центрами данных МПГ хранение данных с единой точкой доступа к данным и метаданным через Web-портал MPG-Info (рис. 3). Хранение и управление данными и метаданными осуществляется средствами СУБД Oracle и специализированных Web-приложений.

Web-портал MPG-Info выполняет роль интегратора, поскольку позволяет создавать и включать в систему информационные ресурсы различных проектов в виде данных и метаданных. Для этого разработаны удаленные автоматизированные рабочие места (АРМ), представляющие собой совокупность логически связанных страниц и форм Web-портала MPG-Info. Эти АРМ позволяют исполнителям проектов МПГ, авторизуемым по имени и паролю:

- резервировать в системе информационное пространство для своих проектов, определять их структуру, создавать краткие описания проектов (рис. 4);
- вводить метаданные (описания экспедиций, массивов данных, методов и программ обработки, форматов, документов) через соответствующие формы и сохранять их в ЦБМД (рис. 5);
- загружать в МПГ-Инфо файлы данных и документов.

Необходимые руководства доступны на странице портала «Документы».

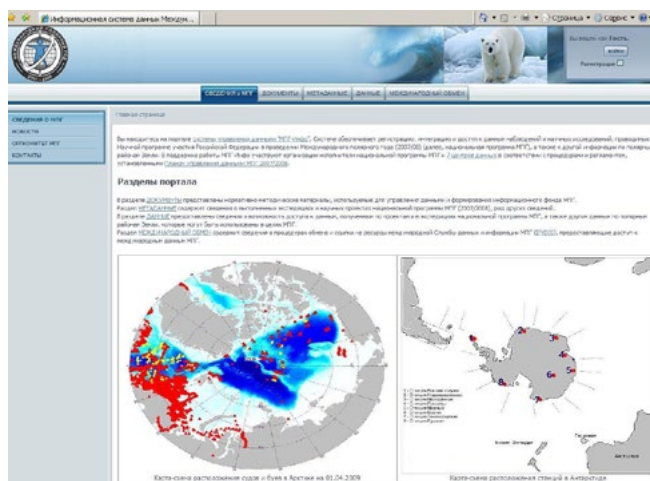


Рис. 3. Стартовая страница Web-портала MPG-Info

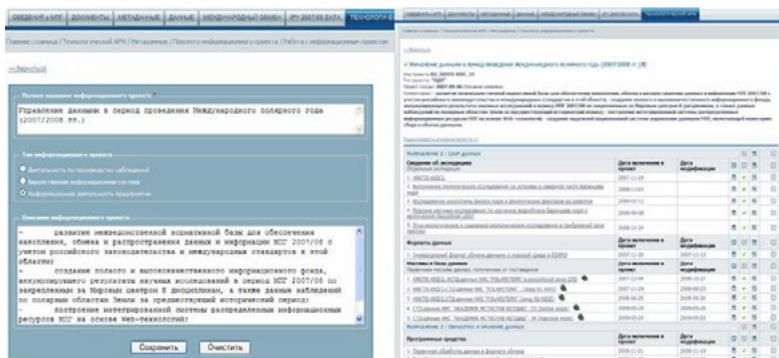


Рис. 4. Web-формы описания и сопровождения проектов МПГ



Рис. 5. Web-формы описания метаданных МПГ

Первоочередное значение среди вводимых метаданных имеют описания экспедиций и массивов данных. Описания экспедиций содержат информацию о периоде и районе работ, перечень видов выполненных наблюдений и количественные оценки их объемов. С целью охвата наблюдательной программы МПГ классификатор видов наблюдений, используемый в ЕСИМО, был расширен.

Создаваемые формализованные описания массивов данных, с одной стороны, представляют факт регистрации данных в МПГ-Инфо, с другой стороны, позволяют применять атрибутивный поиск информации при выполнении запросов пользователей.

Имеется возможность связывать с описаниями массивов и загружать в МПГ-Инфо собственно файлы данных, которые после этого становятся доступными пользователям в режиме on-line. Каждый файл данных при загрузке в МПГ-Инфо также сопровождается кратким формализованным описанием, в котором указывается его содержание, формат, период и район наблюдений. Это позволяет загружать данные разного типа и формата, в том числе документы и графические файлы. При просмотре пользователем каталога данных эти атрибуты отображаются и позволяют ему сделать правильный выбор при поиске данных.

Формируемые на основании описаний каталоги экспедиций и массивов данных позволяют осуществлять мониторинг полноты сбора данных и метаданных программы МПГ как по отдельным проектам, так и в целом по программе МПГ 2007/08 и ее тематическим направлениям. Набор агрегированных оценок вычисляется автоматически и отображается на основных страницах портала MPG-Info.

Информационные ресурсы МПГ-Инфо

Внешним пользователям Интернет Web-портал MPG-Info предоставляет возможности поиска и доступа к централизованным информационным ресурсам МПГ (описаниям проектов МПГ, метаданным, данным, документам, ленте новостей, ссылкам на другие отечественные и зарубежные сайты, связанные с программой МПГ).

На конец 2009 г. на Web-портале MPG-Info предоставлены следующие информационные ресурсы:

- каталог проектов, включенных в «План реализации научной программы участия Российской Федерации в проведении Международного полярного года 2007/08», используемый для навигации и доступа к данным и метаданным проектов МПГ, в количестве 236 описаний;

- описания 123 морских и наземных экспедиций и выполненных в них наблюдений по программе МПГ 2007/08;

- описания 164 массивов данных, полученных по проектам программы МПГ 2007/08, из которых 82 доступны пользователям в режиме on-line;

- описания 150 исторических баз и массивов данных по полярным районам (28 доступны пользователям в режиме on-line);

- справочные сведения (списки организаций и ученых-участников МПГ, новости МПГ);
- ссылки на отечественные и зарубежные сайты, связанные с программой МПГ.

Структурная организация Web-портала MPG-Info такова, что позволяет получить сведения по каждому проекту программы МПГ 2007/08, включая доступ к метаданным и файлам данных (рис. 6), при условии, что последние загружены исполнителями проектов в систему. Кроме этого, доступ к описаниям экспедиций и данным осуществляется через страницы общих каталогов, включающих формы контекстного и атрибутивного поиска и фильтрации данных.

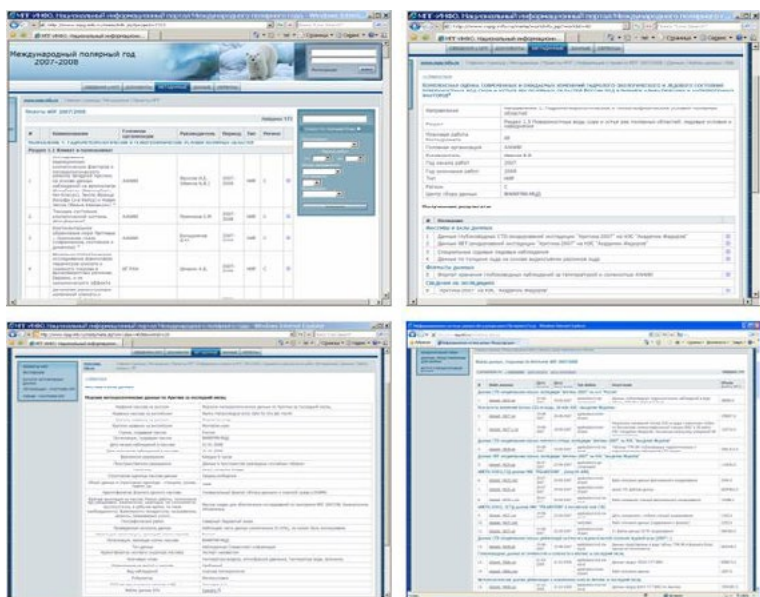


Рис. 6. Web-страницы доступа к метаданным и данным проектов МПГ 2007/08

Основной вклад в наполнение системы МПГ-Инфо данными и метаданными внесли тематические центры данных МПГ, что позволило охватить основные направления научной программы МПГ 2007/08 (рис. 7).

Всего в МПГ-Инфо на конец 2009 года представлены результаты экспедиционных и научных исследований, полученные по 79 проектам, в 46 организациях различных ведомств, что позволяет



Рис. 7. Распределение массивов данных МПГ-Инфо по тематическим направлениям

сделать вывод о том, что преобладающая часть новых данных, полученных в ходе реализации программы МПГ 2007/08, зарегистрирована и доступна пользователям в режиме on-line на портале в MPG-Info, либо может быть запрошена в центрах данных МПГ и организациях-исполнителях проектов.

Информационные ресурсы системы МПГ-Инфо будут и в дальнейшем пополняться данными наблюдений, требующих длительной камеральной обработки, например данными химического анализа загрязнений окружающей среды полярных областей Земли, а также результатами статистической обработки и научного анализа данных, полученных по программе МПГ 2007/08.

Список литературы

1. International Polar Year 2007-2008: Data Policy // IPY JC ICSU/WMO, 2006. 5 p.
2. План реализации научной программы участия Российской Федерации в проведении Международного полярного года 2007/08. М., 2007. 68 с.
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 29 декабря 2005 г. № 836 «Об утверждении Положения о Единой государственной системе информации об обстановке в Мировом океане».
4. Принципы управления данными в научной программе участия Российской Федерации в проведении Международного полярного года 2007/08. М., 2008. 9 с.
5. План управления данными научной программы участия Российской Федерации в проведении Международного полярного года 2007/08. М., 2008. 41 с.
6. Методические рекомендации по оформлению данных экспедиционных наблюдений. Обнинск, 2007. 21 с.

МОНИТОРИНГ ПОТОКОВ ДАННЫХ ЭКСПЕДИЦИОННЫХ ОКЕАНОГРАФИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

Введение

В целях обеспечения полноты сбора данных океанографических наблюдений, осуществляемых в Российской Федерации многими организациями различных ведомств, необходимо проводить мониторинг потоков производимых данных. В статье рассмотрена концептуальная схема мониторинга потоков данных экспедиционных океанографических наблюдений и существующая технология ее реализации в рамках Единой системы информации о Мировом океане (ЕСИМО), обозначены проблемы, требующие дальнейшего анализа и решения.

Краткое описание системы морских экспедиционных наблюдений и системы сбора данных

Специфика океанографических исследований заключается в их комплексном характере, поскольку они включают в себя наблюдения и измерения, направленные на изучение различных свойств океана, относящиеся к таким наукам, как физика, химия, биология, геология и др. Для измерений и наблюдений применяются различные инструментальные средства и наблюдательные платформы, которые постоянно модернизируются и заменяются на более совершенные. При этом часто появляются принципиально новые методы измерений и приборы, продуцирующие информационные потоки иной структуры или с новым составом параметров. Методика проведения наблюдений также весьма разнообразна. Например, получившие большое распространение в последние десятилетия СТД-зонды, применяемые для измерения температуры и электропроводности морской воды по вертикали, могут также применяться для горизонтального зондирования либо записи изменений названных параметров в одной точке во времени. Поэтому и потоки океанографических данных в целом являются комплексными, неоднородными, широко варьируемыми по структуре и составу измеряемых параметров морской среды.

В отличие от наблюдений, проводимых на стационарной сети наземных береговых и островных станций, сеть океанографических наблюдений можно характеризовать как нестационарную сеть во времени и нерегулярную в пространстве. Основными наблюдательными платформами, используемыми для проведения океанографических наблюдений, являются морские суда, на которых производство наблюдений осуществляется с участием человека, и автономные буи (дрейфующие, заякоренные, всплывающие), на которых измерения производятся автоматически по заданной программе. Океанографические наблюдения с участием человека могут также проводиться с припайных или дрейфующих льдов, как, например, в арктических экспедициях «Северный полюс» и др.

Экспедиционные данные прежде всего попадают в организации и научные коллективы, проводившие наблюдения, а затем передаются в центры сбора, если таковые определены федеральными или ведомственными нормативами. В связи с тем, что многие виды наблюдений (гидрохимические, биологические, геологические, наблюдения за загрязнением) требуют после завершения экспедиции проведения на берегу камеральной обработки, происходит задержка в представлении оцифрованных данных в центры сбора, составляющая от одного до нескольких месяцев.

В отличие от метеорологических наблюдений, ответственность за проведение которых в Российской Федерации возложено на одно ведомство – Росгидромет, океанографическими исследованиями занимаются организации многих ведомств, в частности Академии наук РФ, Росгидромета, Министерства природных ресурсов, рыбного промысловой отрасли и др. Ответственность за сбор и хранение океанографических данных в Российской Федерации разделена по дисциплинарным направлениям, например:

- данные по физической океанографии и морской химии собирает Центр океанографических данных ВНИИГМИ-МЦД Росгидромета;

- морские ледовые данные собирает ААНИИ Росгидромета;

- морские геологические данные собирает морской филиал Российского федерального геологического фонда и Российский фонд информации по природным ресурсам и окружающей среде Министерства природных ресурсов.

Однако не все виды океанографических наблюдений охвачены централизованным сбором и хранением, поэтому в системе

мониторинга должен быть предусмотрен сбор информации как о произведенных наблюдениях, так и о месте, виде хранения полученных данных и способе доступа к ним пользователей.

Общая концептуальная схема мониторинга

Целью мониторинга является регулярное получение сведений о выполненных океанографических наблюдениях, о включении полученных данных в архивы (базы) центров сбора данных для предоставления доступа пользователям, а также формирование регулярных отчетов, позволяющих оценивать полноту сбора данных.

Объектом технологии мониторинга являются данные экспедиционных океанографических наблюдений во временном интервале от момента завершения экспедиции до их регистрации и сохранения в центре сбора данных. Поскольку существующие технологии сбора предусматривают различные пути и способы передачи данных в центры сбора, в том числе использование не только электронных средств передачи данных, но и обычной почтовой пересылки технических носителей информации, система мониторинга строится как автоматизированная система с участием человека. Поэтому фактическими информационными объектами системы мониторинга являются сведения (отчеты), формируемые операторами системы и включающие:

- 1) план экспедиционных исследований;
- 2) извещения (отчеты) о выполненных наблюдениях;
- 3) отчеты центров сбора данных о регистрации данных и включении их в архив (базу).

На основании сравнения показателей вышеперечисленных документов может быть сделан вывод о полноте сбора данных (рис. 1). Обработка извещений о выполненных наблюдениях позволяет оценить степень реализации плана экспедиционных наблюдений, сравнение отчетов центров сбора данных с извещениями о выполненных наблюдениях и планом дает информацию о полноте сбора данных.

План морских научных исследований в территориальном море, континентальном шельфе и исключительной экономической зоне Российской Федерации (далее – План морских экспедиционных исследований) составляется Федеральным агентством по науке и инновациям Министерства образования и науки России

на основании заявок от организаций. Следует отметить, что не все океанографические экспедиции отражены в этом документе, поскольку он охватывает только территориальное море, континентальный шельф и исключительную экономическую зону Российской Федерации. В частности в этот План могут не входить океанографические исследования, выполняемые в Мировом океане судами организаций рыбопромысловой отрасли (АтлантНИРО, ТИНРО), рейдовые наблюдения в прибрежной зоне, выполняемые с вспомогательных маломерных судов. Тем не менее это основной документ, который должен быть использован для оценки полноты сбора данных экспедиционных наблюдений.

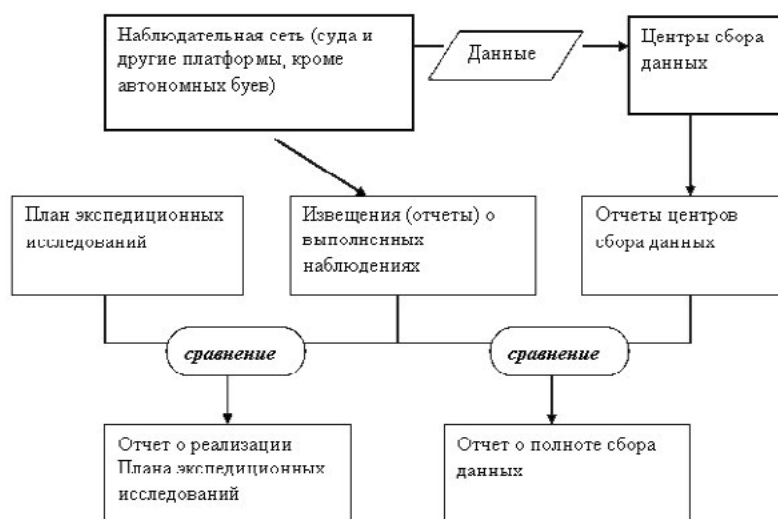


Рис. 1. Концептуальная схема мониторинга данных экспедиционных наблюдений

Для извещения о выполненных экспедиционных исследованиях предлагается применять «Форму описания данных экспедиционных наблюдений (ФОДЭН)» [1], основанную на международной форме ROSCOP [2] и развитую в направлении расширения описания видов наблюдений и используемых инструментальных средств. В отличие от Плана экспедиционных исследований, содержащего краткие сведения о планируемой экспедиции, ФОДЭН предназначена для описания полученных данных наблюдений с

разделением по дисциплинам и видам, с указанием их количественных характеристик. Сопоставление Плана экспедиционных исследований с отчетами ФОДЭН проводится на основе следующих общих полей:

- заявитель экспедиции (организация, ответственная за проведение экспедиции и представление отчета ФОДЭН);
- суда и другие транспортные средства;
- даты начала и окончания исследования;
- координаты района исследований;
- цель морских научных исследований.

Отчет центра сбора о получении данных и их включении в архив (базу) данных должен содержать сведения, структура которых близка к форме ФОДЭН. Отчет готовится на основе журнала регистрации (каталога) данных, ведущегося в центре сбора. Поэтому и состав сведений, включаемых в каталог при регистрации данных, должен быть подобным составу ФОДЭН. Однако добиться полного тождества сложно из-за различий и отсутствия общепринятого стандарта в классификации наук и видов наблюдений. К тому же, вследствие частых изменений средств и методов наблюдений систему классификации требуется постоянно уточнять и развивать.

Другой методической проблемой регистрации данных в центре сбора является идентификация и предотвращение дублирования данных. Вполне возможны ситуации, когда одни и те же данные поступают в центр сбора дважды, будучи представленными разными организациями или научными группами одного учреждения, участвовавшими в экспедиции. Поэтому важно определить набор признаков, позволяющих однозначно идентифицировать данные. Одним из основных таких признаков является название, а лучше – идентификатор наблюдательной платформы (судна), с которой проводились наблюдения. Ввиду важности этого вопроса для мониторинга потоков океанографических данных методика идентификации и ведения базы наблюдательных платформ рассмотрена ниже в специальном разделе.

Сопоставление отчетов центров сбора данных с отчетами ФОДЭН проводится на основе следующих общих полей:

- организация, ответственная за проведение экспедиции;
- наблюдательная платформа;
- даты начала и окончания исследования;

- координаты района исследований;
- тематика и вид данных;
- количественные оценки объема данных в структурных единицах.

Для реализации технологии мониторинга необходимы следующие программно-технологические компоненты:

- компонента загрузки (ввода) в базу данных системы мониторинга Плана экспедиционных исследований;
- компонента загрузки (ввода) в базу данных системы мониторинга описаний выполненных наблюдений по форме ФОДЭН;
- компонента регистрации материалов океанографических наблюдений центром сбора данных;
- компонента доступа пользователей к данным мониторинга и формирования отчетов.

Ведение базы морских наблюдательных платформ

Оценка полноты потоков данных требует знания состава наблюдательных платформ и состояния их функционирования. Помимо этого, одним из основных идентификационных признаков морских экспедиций является название судна, использованного для осуществления исследований. Поэтому формирование и ведение базы сведений о наблюдательных платформах является необходимым элементом технологии мониторинга океанографических данных.

Для решения задач сбора и мониторинга данных в состав атрибутов базы наблюдательных платформ должны быть включены:

- 1) идентификационные признаки платформы;
- 2) характеристики платформы, имеющие значение для проведения наблюдений, например, геометрические размеры, водоизмещение, высота борта над водой.

В состав идентификационных признаков в первую очередь входит название судна. Однако название судна может быть не уникальным, поэтому для идентификации необходимо привлекать дополнительные признаки, включающие название организации-судовладельца, радиопозывной, тип судна, годы ввода и завершения эксплуатации и др. Международный радиопозывной позволяет однозначно идентифицировать судно. Для определения радиопозывного можно использовать базу данных Международного

телекоммуникационного союза, доступную по ссылке http://www.itu.int/cgi-bin/htsh/mars/ship_search.sh. Также можно воспользоваться другими базами, например базой Международного морского регистра (<http://e-ships.net/>), или более удобной для русскоязычных пользователей базой в виде электронного издания Регистровой книги судов, которое публикуется каждые два года, совместно с книжным изданием Регистровой книги судов (<http://www.rs-head.spb.ru/ru/regbook/>). В ней содержатся сведения о морских самоходных судах валовой вместимостью 100 и более, имеющих класс Российского морского регистра судоходства. В этой информационно-справочной системе по названию судна можно установить радиопозывной либо другие уникальные идентификаторы в виде регистрового номера или номера Международной морской организации (ИМО), а также другие характеристики судна.

Поскольку перечисленные базы могут не содержать сведений о малых плавсредствах и они недостаточно оперативны, необходимо при включении в базу платформ новой записи привлекать сведения об организации-судовладельце, водоизмещении и размерах судна, годе постройки, предоставляемые поставщиками данных. При включении в базу сведений о новом судне, особенно в случаях поступления этих сведений из-за рубежа, когда название судна может оказаться искаженным, для предотвращения дублирования необходимо сопоставлять все основные характеристики судна.

В базу данных ЕСИМО по морским наблюдательным платформам к настоящему времени включены сведения более чем по 20 тысячам отечественных и зарубежных судов, используемых для проведения наблюдений за морской средой. Пополнение базы сведениями о новых платформах обычно производится в случае поступления данных наблюдений или извещения о проведении наблюдений с новой платформы. Доступ внешних пользователей к базе морских наблюдательных платформ реализован через портал ЕСИМО (<http://data.oceaninfo.ru/meta/vessels/index.jsp>).

Описание данных экспедиционных наблюдений

Формирование качественной и полноценной базы данных о природной среде Мирового океана невозможно без сбора сведений о проведенных экспедиционных исследованиях и полученных материалах наблюдений за морской средой. В связи с тем, что многие виды наблюдений (гидрохимические, биологические, геологические,

наблюдения за загрязнением) требуют после завершения экспедиции проведения на берегу камеральной обработки, происходит задержка в представлении оцифрованных данных в центры сбора, которая может достигать нескольких месяцев. Поэтому существует необходимость в оперативном (непосредственно после завершения экспедиции) доведении до пользователей информации о проведенных наблюдениях и полученных материалах.

С этой целью в отечественной и международной практике долгое время использовалась форма РОСКОП [2], которая заполнялась после завершения экспедиций и высылалась в центры данных. В последнее десятилетие информация о наблюдениях передается по компьютерным сетям. Описания экспедиций вводятся в электронные аналоги формы РОСКОП и сохраняются в базах данных центров сбора, к которым пользователи получают доступ через Интернет, например (http://seadata.bsh.de/csr/retrieve/V1_index.html).

В рамках ЕСИМО для сбора сведений об экспедиционных наблюдениях разработана электронная форма ФОДЭН [1], которая может быть заполнена средствами редактора MsWord непосредственно на борту судна, а также с помощью АРМ удаленного ввода этой информации через Интернет (<http://data.oceaninfo.ru/inf/index.jsp>) в Центральную базу метаданных (ЦБМД) [3], поддерживаемую средствами СУБД Oracle.

Форма состоит из нескольких частей (рис. 2). В первой части дается наименование экспедиции, ее период, пункты начала и завершения, описание целей и задач.

Следующая часть формы предназначена для идентификации наблюдательной платформы. Для указания типа наблюдательной платформы рекомендуется использовать справочную таблицу. В сведения о наблюдательной платформе включены признаки (позывной, номер IMO, номер судна в морском или речном регистре Российской Федерации), позволяющие однозначно ее идентифицировать. Достаточно указать один из перечисленных признаков, но если ни один признак неизвестен, то, помимо названия наблюдательной платформы, также необходимо указать страну и организацию, которым она принадлежит.

В разделе «Район работ» приводят сведения о районе исследований в виде наименований частей океанов, морей, заливов и т.д. В следующей строке может быть дана уточняющая информация, особенно полезная в тех случаях, если экспедиционные

Рис. 2. Формы АРМ описания данных экспедиционных наблюдений

наблюдения велись в отдельных географических точках. В строке ниже перечисляются номера 10-градусных квадратов, в которых проводились наблюдения.

В следующей части формы дается перечень видов выполненных наблюдений и оценки их объемов. Указывается научная дисциплина, виды наблюдений, методы исследования, измеряемые параметры или наблюдаемые объекты, объем полученных данных в единицах, принятых в этой дисциплине.

Последний раздел формы предназначен для загрузки координат экспедиции для последующего отображения маршрута.

Кроме этого, при вводе этой информации в ЦБМД также предусмотрены поля для записи сведений о факте передачи данных в центры сбора.

Использование при описании экспедиций средствами АРМ списков организаций, судов, видов наблюдений и других справочных данных, извлекаемых из ЦБМД, позволяет стандартизировать информацию и избежать ошибок, возникающих при ручном наборе. Для контроля вводимой информации также используются условия, что дата окончания экспедиции должна быть больше

даты начала, что не может быть наложения периодов двух экспедиций, осуществляемых с одного судна. Последнее условие позволяет идентифицировать и предотвратить дублирование описаний.

Следует обратить внимание на ряд проблем методического характера, связанных с формализованным описанием данных экспедиционных наблюдений. В форме описания данных экспедиционных наблюдений используется классификация наук и видов наблюдений, наследованная из формы РОСКОП, дополненная и модифицированная применительно к современной ситуации. Поэтому наследована и некоторая произвольность в трактовке «видов наблюдений», которые в одних дисциплинах, например гидрологии и геологии, связаны с типом применяемых измерительных устройств, в гидрохимии – с типами определяемых химических элементов, в биологии – с исследуемыми биологическими объектами. Также это могут быть типы и подтипы методов исследования. Помимо этого в настоящее время все более широко используются приборы, производящие измерения широкого комплекса параметров, которые относятся к разным видам наблюдений в используемой классификации, например физических и химических, химических и биологических, что требует выработки нового подхода к формализации связей видов наблюдений с измеряемыми параметрами и приборами.

Описания экспедиций, сохраненные в ЦБМД, доступны пользователям через Интернет (<http://data.oceaninfo.ru/meta/expeditions/index.jsp>). В табличной форме отображены название и период экспедиции, название наблюдательной платформы и организации, ответственной за проведение экспедиции (рис. 3). Выбор пользователем крайнего правого управляющего элемента таблицы приводит к картографическому отображению маршрута экспедиции. Форма поиска позволяет отобрать описания экспедиций, выполненные в определенном году, указанной организацией, либо на основании слов, входящих в название экспедиции. Результат выборки может быть представлен в отсортированном по нескольким атрибутам виде. Следует расширить состав поисковых атрибутов формы, включив в него также период экспедиции, название платформы, района и вида наблюдений.



Рис. 4. Стартовая форма АРМ «Журнал регистрации»

База данных «**REGISTR**» состоит из таблиц, содержащих данные, форм, предназначенных для ввода данных и их отображения, отчетов, позволяющих получать различные статистические обобщения, и встроенных программных модулей, обеспечивающих функционирование АРМ.

АРМ регистрации позволяет оператору вводить описания данных в базу с помощью предназначенных для этого форм, осуществлять автоматический и визуальный контроль вводимых данных, в том числе предотвращать дублирование описаний, а также получать статистические отчеты для мониторинга потоков данных и обслуживания пользователей.

Для регистрации материалов океанографических наблюдений, поступивших в виде файлов данных в формате **ОКЕАН-ПЭВМ**, используется приложение автоматической регистрации «**Autoreg.exe**».

Сведения из журнала регистрации копируются в Центральную базу метаданных (СУБД Oracle) и становятся доступными пользователям Интернет (<http://data.oceaninfo.ru/meta/cruisecat/index.jsp>).

Формы отчетов мониторинга

На основании описаний данных экспедиционных наблюдений, включаемых в ЦБМД, создаются и публикуются на портале ЕСИМО несколько табличных отчетов (<http://data.oceaninfo.ru/>

meta/monitoring/index.jsp). В первом из них даны количественные оценки количества океанографических экспедиций, выполненных в текущем и предшествующем годах с группировкой по организациям, во втором приведены годовые суммы видов наблюдений, также с группировкой по организациям, и в третьем – перечень наблюдательных платформ (судов), использованных для проведения наблюдений в прошедшем году, и количество выполненных экспедиций для каждой платформы (рис. 5).

В итоговой таблице приведено суммарное количество экспедиций за все годы с группировкой по организациям (рис. 6).

Для оценки выполнения Плана морских экспедиционных исследований в части сбора данных необходима подготовка отчета, содержащего сравнительные оценки цифр Плана с данными ЦБМД

Количество выполненных экспедиций по организациям за предыдущий и текущий годы		
Организация	предыдущий	текущий
Зоологический институт РАН	2	
Институт океанологии имени П.П.Ширшова	19	16
Институт водных проблем Севера Кольского научного центра РАН	1	
Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт	9	6
Институт географии РАН	10	
Мурманский морской биологический институт ЮНЦ РАН	11	
Дальневосточный региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт	3	1
НИИ поларной медицины Северного государственного медицинского университета	3	2
Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М.Жигловича	1	
Геологический институт РАН	1	
Институт биологии моря ДВО РАН	3	
Тихоокеанский океанологический институт имени В.И.Ильичева РАН	12	1

Повторяемость видов наблюдений в экспедициях за прошлый год										
Организация	Н	М	Д	Г	В	Р	С	С		
Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт	7	4	2	0	2	0	0	0		
Геологический институт РАН	0	0	0	1	0	0	0	0		
Дальневосточный региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт	2	2	1	0	2	2	0	0		
Институт биологии моря ДВО РАН	2	0	0	0	3	0	0	0		
Институт водных проблем Севера Кольского научного центра РАН	1	0	0	1	1	1	0	0		
Институт географии РАН	0	1	0	0	5	0	3	1		
Институт океанологии имени П.П.Ширшова	13	6	6	12	6	4	0	0		
Мурманский морской биологический институт ЮНЦ РАН	0	0	0	0	2	0	0	0		
Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М.Жигловича	1	0	1	0	0	0	0	0		
Тихоокеанский океанологический институт имени В.И.Ильичева РАН	7	0	0	6	1	1	0	0		

Сведения о наблюдательных платформах, использованных для проведения наблюдений за предыдущий год		
Судовладелец	Судно	Количество
Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт	АКАДЕМИК ФЕДОРОВ	1
Государственный научно-исследовательский навигационно-гидрографический институт	СЕВЕР	1
Дальневосточный региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт	ПАВЕЛ ГОРДИЕНКО	3
Институт биологии моря ДВО РАН	ПРОФЕССОР НАСОНОВ	1
Институт океанологии имени П.П.Ширшова	АКАДЕМИК СЕРГЕЙ ВАВИЛОВ	2
Институт океанологии имени П.П.Ширшова	АКВАНАВТ	1
Институт океанологии имени П.П.Ширшова	АКАДЕМИК ИСТИСЛАВ КЕЛДЫШ	1
Институт океанологии имени П.П.Ширшова	ПРОФЕССОР ШТОКМАН	7
Институт океанологии имени П.П.Ширшова	АКАДЕМИК ИОНАФЕ	2
Министерство транспорта РФ	КАПИТАН ДРАНИЦЫН	1

Рис. 5. Форма годового отчета о выполненных экспедиционных наблюдениях

Полный период и общее количество зарегистрированных экспедиций по организациям

ОРГАНИЗАЦИЯ	ПЕРИОД	КОЛИЧЕСТВО
Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт	1929-2009	66
Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и минеральных ресурсов Мирового океана имени И.С.Гранберга	2007-2007	3
Геологический институт РАН	2007-2008	3
Государственный океанографический институт	1993-2006	23
Дальневосточный региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт	1990-2009	121
Зоологический институт РАН	1899-2008	7
Институт А. Вегенера	2007-2007	1
Институт биологии моря ДВО РАН	1996-2008	23
Институт водных проблем Севера Кольского научного центра РАН	2008-2008	1
Институт географии РАН	2007-2008	17
Институт криосферы Земли СО РАН	2007-2007	1
Институт океанологии имени П.П.Широва	1990-2009	248
Институт Физики Атмосферы им. А.М.Обухова РАН	1990-1991	2
Морская арктическая комплексная экспедиция	2007-2007	1
Мурманский морской биологический институт ЮНЦ РАН	2007-2008	23
НИИ полярной медицины Северного государственного медицинского университета	1999-2009	23
Полярная морская геологоразведочная экспедиция	2006-2007	3
Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М.Жигачева	2007-2008	2
Российский государственный гидрометеорологический университет	1998-2007	10
Свадог	2007-2007	1
Северное государственное федеральное унитарное научно-производственное предприятие по морским геологоразведочным работам	2007-2007	1
Северное межрегиональное территориальное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды	2007-2007	1
Тихоокеанский океанологический институт имени В.И.Ильичева РАН	1990-2009	158
Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН	2007-2007	1

Рис. 6. Форма итогового отчета о выполненных экспедиционных наблюдениях

по экспедициям и сравнительные оценки цифр Плана и с данными регистрации материалов наблюдений в центрах сбора.

Поскольку План морских экспедиционных исследований составляется Федеральным агентством по науке и инновациям Министерства образования и науки России на основании заявок от организаций, несущих ответственность за его выполнение и представление полученной информации в центры сбора данных, отчеты, получаемые в результате мониторинга, должны содержать сведения, сгруппированные по организациям. Макет такого отчета представлен в табл. 1.

Таблица 1

Макет годового отчета о сборе данных морских экспедиционных исследований

Организация	Количество экспедиций			
	Запланировано	Выполнено	Зарегистрировано в ЦБМД ЕСИМО	Представили данные в центры сбора
1	2	3	4	5
Организация А	5	5	5	4
Организация Б	9	8	7	5

Сведения для второй и третьей колонок таблицы о количестве запланированных и выполненных экспедиций готовятся на основе материалов, представляемых Федеральным агентством по науке и инновациям Министерства образования и науки России. Четвертая колонка заполняется путем обработки данных из ЦБМД ЕСИМО. Пятая графа формируется путем обработки отчетов центров сбора данных. В последнем случае важно, чтобы все центры использовали единую систему идентификации экспедиций, например ее номер в ЦБМД.

Для более детального анализа, в случае несоответствия суммарных оценок выполненных экспедиций по организациям и представления данных в центры сбора, необходим детальный отчет о представлении данных в центры сбора по каждой экспедиции. Макетом отчета является табл. 2.

Таблица 2

Макет годового отчета о представлении данных
морских экспедиционных исследований в центры сбора
(зарегистрировано в ЦБМД/представлено)

Организация	№ экспедиции	Физ. и хим. океанография	Морские льды	Морская геология	Морская биология
ААНИИ	231	+/+	+/+		+/-
ААНИИ	233	+/-	+/+		
ИОРАН	235	+/-		+/+	+/+

Поскольку в Плане экспедиционных наблюдений отсутствует формализованное определение видов наблюдений, отчет формируется на основании сведений о выполненных наблюдениях, внесенных в ЦБМД, и отчетов центров сбора данных. В каждой ячейке таблицы отмечается, что наблюдения того или иного вида были выполнены (+) и через слэш следует отметка, что данные представлены в центр сбора (+) или нет (-).

С помощью интерактивных средств поиска и фильтрации данных, предоставляемых пользователю на Web-страницах доступа к описаниям экспедиций в ЦБМД, пользователь может получить отчеты в виде списка экспедиций, отобранных по организациям, за указанный период по определенной программе исследований.

Выводы и рекомендации

Реализованная в рамках ЕСИМО система мониторинга потоков океанографических данных позволяет вводить и сохранять

в Центральной базе метаданных формализованные описания запланированных и выполненных экспедиционных наблюдений. В центрах сбора данных функционируют технологии регистрации поступающих данных, позволяющие выдавать агрегированные отчеты о поступлении данных. Необходима разработка программных компонент интеграции этих сведений и публикации агрегированных отчетов. Методической проблемой при этом является согласование тематического рубрикатора (системы классификации научных дисциплин, видов наблюдений, приборов и измеряемых параметров), используемого при описании экспедиций и при регистрации данных в центрах сбора.

Список литературы

1. Форма описания данных экспедиционных наблюдений (ФОДЭН) (электронная версия). Обнинск: ГУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2008. 12 с.
2. Инструкция по заполнению формы «РОСКОП». Обнинск, 1975. 9 с.
3. Ввод описаний экспедиционных наблюдений в централизованную базу метаданных. Руководство пользователя. Обнинск: ГУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2007. 14 с.
4. Кузнецов А.А., Соколов С.В. АРМ регистрации материалов наблюдений с научно-исследовательских судов // Труды ВНИИГМИ-МЦД, 2002. Вып. 170. С. 86–101.

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПОДГОТОВКИ РЯДОВ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ НА БАЗЕ АРХИВОВ ЕГФД

Введение

Основной задачей климатологии является анализ состояния климата и оценка его изменений, поэтому вопрос о качестве и длительности рядов наблюдений приобретает для климатолога первостепенное значение. Работа по архивации метеорологических данных, проводимая в ГУ «ВНИИГМИ-МЦД», начиная с 1960-х гг., направлена на создание базы метеорологических данных, и в настоящее время Единый государственный фонд данных о состоянии окружающей среды, ее загрязнении (ЕГФД) в ГУ «ВНИИГМИ-МЦД» располагает наиболее полным в мире собранием информации, характеризующей состояние погоды на территории России, начиная с 1874 года [1].

Методика производства метеорологических наблюдений в России неоднократно менялась, и в соответствии с этими изменениями менялись форматы хранения данных. Технология архивации также не стояла на месте, а развивалась и совершенствовалась. Эти факторы естественным образом привели к тому, что база данных состоит из нескольких архивов, различающихся по составу информации и многим другим параметрам. Шесть периодов архивации являются определяющими для климатолога, желающего получить данные для решения своих задач. Каждому периоду соответствует массив многолетних метеорологических наблюдений.

Период 1 (1874–1965 гг.). Метеорологическая информация суточного разрешения в объеме таблицы ТМ-1 заносится на перфокарты, а впоследствии переносится на магнитные ленты (далее – МЛ) ЕС ЭВМ.

Период 2 (1936–1965 гг.). Метеорологическая информация срочного разрешения в объеме таблицы ТМ-1 заносится на перфокарты, а впоследствии переписывается на МЛ ЕС ЭВМ.

Период 3 (1966–1976 гг.). Информация срочного и суточного разрешения в объеме таблицы ТМ-1 заносится на перфокарты, а затем переписывается на МЛ ЕС ЭВМ.

Период 4 (1977–1983 гг.). Информация в полном объеме заносится на перфоленты, а затем переписывается на магнитные ленты ЭВМ «Минск-32», затем на МЛ ЕС ЭВМ.

Период 5 (1984–1995 гг.). Информация в полном объеме заносится на магнитные ленты, затем обрабатывается в региональных и территориальных вычислительных центрах на ЕС ЭВМ.

Период 6 (с 1995 года по настоящее время). Информация в полном объеме обрабатывается в УГМС и ЦГМС на персональных компьютерах.

Направив запрос в ГУ «ВНИИГМИ-МЦД» ЕГФД на предоставление информации какой-либо станции, скажем, за последние 50 лет XX века, климатолог получит 4–5 массивов, выбранных с помощью системы АИСОРИ [2] из разных архивов и отличающихся программой наблюдений, способом кодирования элементов, форматом архивации и другими факторами. Возникает задача приведения таких данных к однородным, т. к. необходимо скомпоновать из них единый ряд метеоэлементов в хронологической последовательности «год, месяц, день, срок» и исключить при этом все многообразие особенностей, повлиявших на их однородность. В данной статье на основе большого опыта работы рассматриваются некоторые наиболее важные вопросы подготовки данных, пригодных для выполнения корректных климатологических расчетов.

Пропуски в накопленных данных

Достоверность расчетов и степень доверия к рассчитанным параметрам климата непосредственно связаны с полнотой массивов и наличием (отсутствием) в них ошибочных значений, в первую очередь грубых. Опыт показывает, что пропуски в массивах существуют, при этом пропущены могут быть данные за отдельные сроки, сутки, месяцы и годы. В качестве примера приведем сведения о количестве наблюдений, пропущенных за целый месяц и год по нескольким регионам России (табл.1). Информация получена по состоянию на 2005 год и с течением времени, благодаря постоянным усилиям по пополнению данных во ВНИИГМИ-МЦД и в местных УГМС, может измениться в лучшую сторону.

В таблице для каждой станции первое число оценивает количество полностью пропущенных месяцев (первая колонка) или лет (вторая колонка), второе – проценты от количества, соответственно, месяцев и лет за полный период. В третьей колонке указано число

Таблица 1

Количество пропущенных наблюдений за месяц и год,
число случаев, %

Станция	Месяцы	Годы	Всего лет
а) Чувашская Республика, 1966–2004 гг. (39 лет)			
Алатырь	17 / 4	1 / 3	38
Батырево	15 / 3	1 / 3	38
Порецкое	15 / 3	1 / 3	38
Канаш	15 / 3	1 / 3	38
Чебоксары	45 / 10	3 / 8	36
б) Самарская область, 1966–2004 гг. (39 лет)			
Самара	2 / 0	0 / 0	39
Тольятти	25 / 5	1 / 3	38
Авангард	1 / 0	0 / 0	39
Большая Глушица	6 / 1	0 / 0	39
Клявлино	1 / 0	0 / 0	39
Новодевичье	1 / 0	0 / 0	39
Серноводск	1 / 0	0 / 0	39
Сызрань	2 / 0	0 / 0	39
Челно-Вершины	1 / 0	0 / 0	39
Безенчук	13 / 3	1 / 3	38
Аглос	1 / 0	0 / 0	39
в) Московская область, 1984–2000 гг. (17 лет)			
Кашира	45 / 22	3 / 18	14
Коломна	1 / 0	0 / 0	17
Наро-Фоминск	1 / 0	0 / 0	17
Егорьевск, АМСГ	49 / 24	4 / 24	13
Можайск	0 / 0	0 / 0	17
Москва, им. Небольсина	156 / 76	13 / 76	4
Москва, обсерватория МГУ	0 / 0	0 / 0	17
Москва, Крылатское	116 / 57	9 / 53	8
Москва, Балчуг	110 / 54	9 / 53	8
Москва, им. Михельсона	35 / 17	2 / 12	15
Павловский Посад	0 / 0	0 / 0	17
Новый Иерусалим	16 / 8	1 / 6	16
Захарково	49 / 24	4 / 24	13
Москва, ВДНХ	1 / 0	0 / 0	17
Москва, Лосиноостровская	150 / 74	12 / 71	5
Волоколамск-1	61 / 30	5 / 29	12

календарных лет с наблюдениями, вычисленное как разность между последним и первым годом с наблюдениями. Вывод очевиден: в рядах могут быть пропущены векторы наблюдений за целые месяцы и годы.

Далее рассмотрим пропуски второго вида, когда вектор наблюдений за отдельный срок присутствует в архиве, но в нем нет данных по отдельному элементу. В качестве примера приведем сведения о пропущенных значениях дальности видимости на 14 станциях г. Москвы и Московской области (табл. 2).

Таблица 2

Количество пропущенных данных по дальности видимости на станциях г. Москвы и Московской области, 1966–2000 гг.

Метеостанция	Количество наблюдений		
	всего	пропущено	проценты
Волоколамск	65211	83	0,1
Егорьевск, АМСГ	89881	125	0,1
Кашира	91296	63	0,1
Коломна	102024	318	0,3
Можайск	102271	1895	1,9
Москва, Балчуг	75496	37534	49,7
Москва, ВДНХ	102033	35990	35,3
Москва, им. Михельсона	90261	44308	49,1
Москва, им. Небольсина	63768	1255	2,0
Москва, Лосиноостровская	64205	32259	50,2
Москва, обсерватория МГУ	102274	47589	46,5
Наро-Фоминск	101276	703	0,7
Новый Иерусалим	98368	750	0,8
Павловский Посад	102272	2146	2,1

За 35 лет часть наблюдений отсутствовала. Реальное количество наблюдений указано в колонке «всего», среди них часть векторов содержит пропуски видимости, которые на ряде городских станций достигают половины всех случаев. В каждом регионе, очевидно, найдутся свои особенности в части пропусков векторов и отдельных элементов, которые необходимо проанализировать перед производством расчетов.

Особенно чувствительны к пропускам экстремальные характеристики. Если в течение пропущенных месяцев наблюдались редкие значения элементов и редкие явления, то рассчитанные

по такому ряду характеристики будут определены неверно. Если же сравнивать элементы по количеству пропусков, то наиболее «полным» является температура воздуха, что касается остальных параметров, то количество пропусков меняется в довольно широких пределах.

ГУ «ВНИИГМИ-МЦД» в 2005–2006 гг. вместе с сетевыми организациями выполнило работу по оценке полноты накопленных метеорологических данных по четырем из указанных выше шести периодам. Полнота данных в них различна. Данные третьего периода в течение последних десяти лет постоянно пополнялись за счет занесения информации с таблиц ТМ-1 во ВНИИГМИ-МЦД, что позволило уменьшить количество пропусков в 2,3 раза. Тем не менее массивы этого периода имеют пропусков в четыре раза больше, чем после 1976 года, когда доля пропусков в среднем гораздо ниже и не превышает 0,6 %, а в таких УГМС, как Дальневосточное, Забайкальское, Колымское, Приморское, Якутское, Западно-Сибирское, Башкирское, Иркутское, Среднесибирское, Уральское, Северо-Западное, Северо-Кавказское и УГМС Татарстана, совсем незначительна (не более 0,2%).

Менялись поколения ЭВМ, технические носители и программные средства. Ввод информации всегда сопровождался сбоями техники, которая в советское время выделялась по остаточному принципу. В настоящее время руководство Гидрометслужбы уделяет вопросам полноты и качества должное внимание. Проблема полноты и корректировки ошибочных данных обсуждалась на совещании в ИПК Росгидромета в апреле 2007 года, где была сформулирована основная концепция ее решения и определены первоочередные задачи. Работы по заполнению пропусков в метеорологических архивах планируется начать с организации сплошного контроля данных, которые ЕГФД ГУ «ВНИИГМИ-МЦД» передаст в УГМС в виде нормализованных массивов.

Смена приборов и средств измерений

На смену старым метеорологическим приборам приходят новые, более точные и надежные. Смена приборов может повлиять на однородность рядов наблюдений. Например, переход от визуального определения видимости по системе ориентиров к измерению по прибору повысил точность отсчетов. То же самое произошло при определении высоты нижней границы облаков по приборам.

Скорость ветра определялась визуально по флюгерам с легкой и тяжелой доской, а также по анемометру и другим приборам, и точность измерений будет в каждом случае разной.

Сложнее обстоит дело с осадками. Осадки измерялись с некоторыми потерями дождемером, затем более точно – осадкомером. Позже было решено, что показания осадкомера надо еще более приблизить к истинным осадкам, и с этой целью осадки стали измерять чаще, чем два раза в сутки, а к показаниям осадкомера было предложено вводить повышающие поправки, которые входят в состав архивных записей. Еще через некоторое время произошел возврат к измерению осадков два раза в сутки. Устраняется неоднородность в таких рядах наблюдений путем введения поправок, рассчитанных по определенным методикам.

Время производства наблюдений

Однородность рядов наблюдений может быть нарушена в результате изменения временной привязки наблюдений. Анализ этого параметра показывает, что на протяжении всего периода наблюдений время их производства неоднократно менялось. С 1 января 1936 года по 31 декабря 1965 года наблюдения на станциях производились в 1, 7, 13 и 19 час среднего солнечного времени (ССВ), информация этих сроков заносилась в таблицу ТМ-1, что позволило по прошествии времени приступить к перфорации таблиц и занесению перфокарт на магнитные ленты.

С 1 января 1966 года наблюдения на метеостанциях СССР стали производиться в сроки 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 час Московского декретного зимнего времени (МДВЗ). В этом случае наблюдатель записывал данные наблюдений в книжку КМ-1, которая является первичным документом для последующей архивации, при этом он указывал дату наблюдения по поясному декретному зимнему времени, но время наблюдения указывалось по МДВЗ. По этой причине в архивах срочных метеорологических данных с 1 января 1966 года время производства наблюдений указано по МДВЗ, однако дата дана отнюдь не по МДВЗ, а по поясному декретному зимнему времени (ПДВЗ). В этом случае возникает между датой наблюдения и временем наблюдения разницей, что в конечном итоге привело к возникновению в архивах так называемого «сдвига сроков» (СС). Сдвиг сроков – это количество сроков МДВЗ, для которых дата указана по ПДВЗ, а время – по МДВЗ.

Величина такого сдвига зависит от номера часового пояса (НЧП) и времени начала метеорологических суток, которые в соответствии с Наставлением, вып.3, часть 1, 1985 г., с.15, п. 3.1.4., начинаются после 20 час ПДВЗ.

Для решения какой-либо прикладной задачи необходимо «выстроить» сроки в хронологическом порядке по году, месяцу, дню и сроку МДВЗ или ПДВЗ. При этом следует предварительно для решения первой задачи все даты изменить на МДВЗ, а для решения второй задачи для всех сроков по МДВЗ вычислить время ПДВЗ, а также порядковый номер срока в сутках ПДВЗ. Ключевым моментом для решения задач является номер часового пояса, который в российской метеорологии является не географическим, а административным понятием. Если бы НЧП был понятием географическим, то его можно было бы вычислить для любой станции по долготе. На самом деле НЧП каждой станции соответствует НЧП административного подразделения, на территории которого она находится.

Инверсия сроков

Форматы исторических массивов первых трех «перфокарточных» периодов (см. Введение) полностью соответствуют первичным носителям информации, а именно таблицам ТМ-1, в которых соблюдена последовательность «год, месяц, срок, день», в то время как истинная хронология требует последовательности «год, месяц, день, срок». Поэтому в соответствующих архивах существует не только отмеченный выше «сдвиг сроков», но и инверсия сроков, которую придется устранить при построении ряда. В такой же последовательности выстроены архивы, источником которых являлись магнитные ленты ЭВМ «Минск-32», а последняя дата приходится примерно на 1983 год.

Кодирование результатов наблюдений

Одним из важных факторов, влияющих на однородность данных, являются отступления в кодировании данных и замена одних признаков фиксации другими. Например, если наблюдения над элементом не предусмотрены в данный срок, то было бы логично его значение помечать как отсутствующее. Если наблюдения за элементом, таким, как атмосферные явления, предусмотрены, но элемент не наблюдался, то для таких ситуаций должен быть другой

код отсутствия. Если же наблюдения предусмотрены и элемент присутствовал, но все же в архиве нет его значения, то это третья ситуация пропуска. При создании перфокарточных архивов была сделана попытка учесть указанные ситуации, но на деле это не удалось, поскольку задуманные и указанные в описаниях правила кодирования выдерживаются в архивах лишь частично. Рассмотрим, например, как кодировались осадки, характерной чертой которых является нулевое значение при выпадении слабых осадков (осадки выпадали, но измерить их осадкомерным прибором не удастся) (табл. 3).

Таблица 3

Фактическое кодирование осадков в разные периоды

Период	Измерение осадков не предусмотрено	Осадки измерялись		
		осадков не было	осадки были, но не более 0,0 мм	выпали осадки более 0,0 мм
1966–1976	пробел	0,0	0,0	значение осадков
1977–1984	0,0	0,0	0,0	значение осадков
1985–2000	пробел	пробел	0,0	значение осадков

При кодировании осадков предусмотрен дополнительный признак, введенный именно с целью различения разных ситуаций с осадками, но на деле дополнительный признак в двух первых периодах хаотично равен 0 или 1, а иногда и 9, независимо от ситуации. Отсюда можно сделать следующие выводы. Во первых рассчитать такую характеристику, как число дней с осадками независимо от их количества или же определить число сроков с незначительными осадками по данным за 1966–1984 гг. корректно не удастся. Во вторых, отличить срок с измеренными нулевыми осадками от срока, когда осадки измерять не положено, в период 1977–1984 гг. невозможно. Потребуется дополнительный программный анализ данных, чтобы определить сроки, когда осадки не измерялись. И наконец, число дней с осадками можно правильно определить только по третьей части ряда.

Другой пример связан с кодированием продолжительности и наличия явлений. Способ кодирования этого параметра изменился

с 1977 года, и чтобы выстроить по явлениям единый ряд, потребуется принять решения по поводу использования старой или новой кодировки. Аналогичная ситуация сложилась с кодированием состояния подстилающей поверхности. С 1983 года оно стало более тщательным и характеризует состояние поверхности раздельно для ситуаций со снежным покровом и без него. Особенности каждого элемента в плане полноты, качества, способов наблюдения и кодирования требуют тщательного анализа, исключение составляют непрерывные элементы, отсчитываемые по приборам или вычисляемые по неизменным методикам, такие, как температура и давление воздуха, упругость водяного пара, относительная влажность.

Автоматизированный контроль как средство улучшения качества данных

Как отмечено выше, одним из факторов, определяющих качество рядов наблюдений, является наличие в них ошибочных значений. Ошибки возникают по самым разным причинам, их выявление и исправление всегда было неотъемлемой частью работы с данными на всех стадиях их получения и обработки. До появления средств автоматизированной обработки качество данных обеспечивалось критическим контролем результатов наблюдений, выполняемом специалистами. Но уже на стадии подготовки перфокарточных архивов было решено проверять каждый элемент на допустимость его значения и характеризовать его признаком качества. На деле это означало, что данные проверялись на допустимость в диапазоне от природного максимума до минимума, независимо от сезона и местоположения станции. В табл. 4 даны пределы для тех элементов, которые в архиве представлены измерениями по приборам, и, в отличие от закодированных по коду КН-01, могут меняться в широком диапазоне.

Сведения, приведенные в таблице, позволяют сделать следующие выводы. Пределы допустимых значений в разные периоды времени изменялись. Для некоторых элементов использование контроля на предельные значения является достаточным. Например, количество облачности можно считать достоверным, если оно находится в интервале 0–10 баллов. Для многих других подобная проверка будет слишком грубой. Если температура воздуха летом в каком-либо регионе по многолетним данным никогда не превышает $+30^{\circ}\text{C}$, то любое ошибочное значение – от $+31$ до $+55^{\circ}\text{C}$ –

Таблица 4

Пределы достоверных значений метеорологических элементов

Метеорологический элемент	Период, годы	
	1936–1965	1966–1976
Температура воздуха, °C	-65 ÷ + 65	-70 ÷ + 55
Абсолютная влажность, мб	0 ÷ – 90	0 ÷ – 95
Относительная влажность, %	0 ÷ – 100	0 ÷ – 100
Дефицит упругости, мб	0 ÷ – 99,9	0 ÷ – 99,5
Давление на ур. станции, мб	600 ÷ –1080	600 ÷ –1100
Давление на уровне моря, мб	400 ÷ –1080	900 ÷ –1100
Барометрическая тенденция, мб	0 ÷ – 20	0 ÷ – 20
Скорость ветра, м/с	0 ÷ – 60	0 ÷ – 60
Осадки, мм	0 ÷ – 400	0 ÷ – 500
Температура точки росы, °C	-65 ÷ + 50	-70 ÷ + 40
Температура на поверхности почвы, ° C	-80 ÷ + 90	-70 ÷ + 60

контроль оценит как достоверное, т. к. в качестве предельных значений принято от -70 до +55 °C.

Установленные диапазоны слишком широки. Для некоторых параметров они не дифференцированы по средствам измерения. Максимальная скорость ветра, независимо от типа прибора, контролировалась всегда на один и тот же предел. Осадки тоже проверялись на одни и те же предельные значения, независимо от длительности интервала между соседними измерениями, т. е. 3, 6, 9 или 12 час. Для отдельных величин диапазоны были установлены слишком узкими, например, диапазон для температуры на поверхности почвы во втором периоде. Таким образом, контроль данных по предельным значениям в ранний период нельзя считать эффективным. Следует ожидать, что в отдельные периоды контроль не улавливал ошибочные значения, а в другие, наоборот, «индексировал» завышенное количество доброкачественных наблюдений.

Эффективность методов контроля на жесткие пределы, указанные в табл. 4, можно, в частности, проиллюстрировать на примере повторяемости скорости ветра по двум периодам – до 1977 года и после. Предварительно заметим, что скорость ветра измерялась по флюгерам с тяжелой и легкой доской, а впоследствии по анемометрам. Визуальные наблюдения по флюгерам, в принципе,

содержат некоторую долю субъективности наблюдателя, в то время как анемометр от этого свободен. Кроме того, начиная с 1977 года в процесс обработки данных был введен критический контроль, который не ограничивался контролем на предельные значения от 0 до 60 м/с, а включал дополнительные правила коррекции. Чтобы убедиться в неоднородности рядов, рассчитаем повторяемость скорости по двум периодам – до и после 1977 года (табл. 5).

Таблица 5

Повторяемость скоростей ветра (м/с) по градациям
на пяти метеостанциях Чувашской республики
(Алатырь, Батырево, Порецкое, Канаш, Чебоксары)
1966–1976 гг.

Градации	Число случаев					
0–10	27673	28236	27885	27580	20810	26437
11–20	954	497	916	1289	642	860
21–40	10	2	9	12	5	8
> 40	9	8	6	5	12	8

1977–2000 гг.

Градации	Число случаев					
0–10	76533	77021	76780	77299	76162	76759
11–20	1112	1133	1372	861	1998	1295
21–40	3	6	8	–	–	6
> 40	–	–	–	–	–	–

Предлагаем читателю заметить следующие особенности в рядах скоростей. Во втором периоде, в отличие от первого, длительность которого 11 лет, повторяемость скоростей в диапазоне 11–20 и 21–40 м/с уменьшилась. Длительность второго периода составляет 27 лет, однако скорости более 40 м/с в этот период ни разу не наблюдались. Можно ли отнести этот факт к естественной изменчивости? Климатология говорит нам, что обобщенные климатические характеристики не испытывают таких резких изменений, поэтому здесь уместно высказать предположение о том, что наблюдения по флюгеру в области высоких скоростей завывались наблюдателями.

Учитывая, что в ранний период автоматизации (до 1977 года) по результатам контроля подозреваемые значения не исключались из рядов наблюдений, а помечались как сомнительные, различия

в диапазонах контроля, указанные в табл. 4, не являются фатальными. При необходимости можно включать в ряды все данные, независимо от признака качества, и контролировать их заново.

Начиная с 1977 года в систему сбора и архивации был включен автоматизированный поиск ошибок, алгоритмы которого постоянно совершенствовались и введены в действие с 1984 года. В настоящее время автоматизированный поиск сомнительных и ошибочных данных производится в нескольких аспектах, а именно: по данным одной станции (внутристанционный контроль), по данным станции и близлежащих постов, пространственный контроль по близлежащим станциям. Подробнее процесс выявления ошибок и их исправления дан в работах [3, 4]. Учитывая вышеизложенное, следует ожидать, что многолетний ряд, составленный из нескольких архивных отрезков, не будет однороден по качеству данных. В нем как минимум можно выделить три уровня состояния рядов наблюдений, связанных с тремя уровнями состояния и развития автоматизированных способов контроля:

- проверка данных до 1977 года на предельные значения с присвоением каждому значению признаков качества;
- 1977–1983 гг. – период наращивания средств контроля и повышения его эффективности;
- период с 1984 года по настоящее время – проверка данных оптимизированной системой автоматизированного контроля метеорологической информации.

Для приведения составленных рядов к однородным в ГУ «ВНИИГМИ-МЦД» планируется проведение повторного контроля в рамках специально разработанной автоматизированной системы с последующим критическим анализом результатов контроля специалистами-метеорологами.

Заключение

Ряды метеорологических элементов являются основой для расчета многочисленных параметров климата. Данные метеорологических наблюдений на станциях России, хранящиеся в ЕГФД, позволяют рассчитать климатические характеристики за длительный ряд лет, начиная с 1874 года, однако при составлении исходных рядов необходимо учитывать разнообразные аспекты наблюдений и архивации. Неотъемлемыми свойствами данных являются пропуски, ошибки, инверсия наблюдений, сдвиг сроков,

изменение времени производства наблюдений, форматов хранения и способов кодирования. Только тщательная проработка указанных вопросов позволит пользователю получить ряды, по которым можно корректно рассчитать параметры климата.

Список литературы

1. Шаймарданов М.З., Пуголовкин В.В. Об истории автоматизации первичной обработки и накопления текущей режимной метеорологической информации // Труды ВНИИГМИ-МЦД, 2000. Вып. 166. С. 3–7.
2. Веселов В.М., Прибыльская И.Р., Проскурня В.Н. Система АИСОРИ – стандартное средство работы с архивными гидрометеорологическими данными // Труды ВНИИГМИ-МЦД, 2000. Вып. 166. С. 8–25.
3. Шаймарданов М.З., Пуголовкин В.В. Автоматизированные системы и технологии сбора, обработки и накопления данных гидрометеорологических наблюдений. Обнинск, 2002. С. 41–48.
4. Апарин Б.В., Ковалев Н.П., Пуголовкин В.В., Степаненко С.Р. Организация семантического контроля данных в автоматизированной системе первичной обработки метеорологической информации станций // Труды ВНИИГМИ-МЦД, 1985. Вып. 127. С. 3–15.

ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К АВТОМАТИЗИРОВАННОМУ ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЕЖЕДНЕВНЫХ РАСХОДОВ ВОДЫ

Введение

Расходом называется объем воды, протекающий через поперечное сечение потока в единицу времени.

Наиболее доступен для измерения уровень воды, а измерение расхода воды достаточно трудоемко и выполняется наблюдателем гидрологического поста лишь несколько раз в месяц. Между тем расход воды является одной из важнейших характеристик гидрологического режима, и необходимо определить его значение в каждый день года.

Поскольку определение ежедневных расходов воды (ЕРВ) требует больших затрат времени и ручного труда специалистов-гидрологов, с момента появления ЭВМ началась разработка методов автоматизированного решения этой задачи по связи расходов с уровнями воды. Однако из-за больших различий в режиме водных объектов общепринятой методики до настоящего времени не существует, а разработанные методы не завершились созданием используемой на практике компьютерной технологии автоматизированного расчета ЕРВ. Исключение составляет лишь технология «Планшет гидролога» [4], которая эксплуатировалась гидрологами нескольких УГМС. Однако из-за программных недоработок и эта технология не получила всеобщего распространения, а с переходом на операционную систему Windows она перестала функционировать. Расчет ЕРВ по-прежнему осуществляется вручную.

Целью авторов настоящей работы было создание не новых методов автоматизированного расчета ЕРВ, а программного комплекса, позволяющего в несколько раз сократить затраты ручного труда на определение ЕРВ и пригодного к внедрению во всех подразделениях Росгидромета, занимающихся решением этой задачи.

Исходные данные и результаты

Разработанный программный комплекс функционирует на основе архивных файлов, полученных при автоматизированной

обработке режимной гидрологической информации в системе ПЕРСОНА РЕКИ или РЕКИ – РЕЖИМ. Практически вся информация, необходимая для определения ЕРВ, выбирается из этих файлов. Ввод дополнительной информации требуется лишь при необходимости ручного занесения координат кривой $Q = f(H)$, где Q – расход воды, H – уровень воды.

Основным результатом работы является текстовый файл, содержащий таблицу ТГ-3М «Ежедневные расходы воды». Помимо ежедневных расходов, определяются и включаются в таблицу ТГ-3М наибольшие и наименьшие за месяц расходы и даты их наблюдения, а также строка годовых выводов (наибольший расход, наименьшие расходы открытого русла и зимнего периода, даты наблюдения этих расходов). Созданный файл полностью соответствует формату исходных данных для системы ПЕРСОНА РЕКИ или РЕКИ – РЕЖИМ и может быть включен в обработку без каких-либо дополнительных преобразований.

Сохраняется ряд промежуточных результатов работы программного комплекса: параметры кривой свободного русла $Q = f(H)$, вычисленные значения расходов воды в каждый срок наблюдений, значения переходных коэффициентов от свободного к стесненному руслу.

Реализованные методы расчета ежедневных расходов воды

Программный комплекс позволяет вычислить ЕРВ пятью способами. Выбор способа расчета реализует пользователь.

1. Построение кривой Глушкова

При выборе этого способа используются значения измеренных расходов воды, уровня при измерении расхода, кодов состояния водного объекта. Кривая зависимости расхода воды от уровня воды строится для свободного русла, т.е. для построения кривой выбираются только расходы, измеренные при состоянии водного объекта «чисто». Остальные измеренные расходы показываются на графике, но в построении кривой не участвуют. Строится кривая расходов

$$Q = f(H) = a * (H - H_0) ** b,$$

где значения a , b , H_0 находятся из условия минимума средне-квадратического отклонения путем решения оптимизационной задачи.

2. Использование многолетней кривой или кривой прошлого года

Такие кривые расходов воды $Q = f(H)$ могут быть созданы тремя различными способами:

1) вручную заносятся «опорные» значения координат (H_i, Q_i) в достаточном количестве, чтобы получаемая ломаная аппроксимировала кривую с необходимой пользователю степенью точности;

2) используются кривые, полученные при автоматизированном расчете ЕРВ за предыдущие годы;

3) кривая создается автоматически на основе ежедневных расходов и уровней воды периода свободного русла предыдущего года.

3. Линейная интерполяция между измеренными расходами воды по времени

Ежедневные расходы воды в день D вычисляются путем линейной интерполяции во времени между измеренными расходами

$$Q(D) = Q_i + (Q(i+1) - Q_i) * (D - D_i) / (D(i+1) - D_i),$$

где $D_i < D < D(i+1)$; $Q_i, Q(i+1)$ – измеренные расходы воды в дни $D_i, D(i+1)$.

4. Интерполяция между измеренными расходами воды с учетом хода уровня

Для каждого промежутка времени между измеренными расходами воды ($D_i, D(i+1)$); вычисляется коэффициент освещенности колебаний уровня (R) измерениями расхода

$$R = | H(i+1) - H_i | / A ,$$

где $H(i+1), H_i$ – значения уровня воды, полученные при измерении расхода воды в дни $D_i, D(i+1)$; A – амплитуда колебания уровня в указанный период.

Проверяется условие $R \geq 0,7$. Если это условие выполнено, ежедневные расходы воды вычисляются по формуле

$$Q(D, H) = Q_i + (Q(i+1) - Q_i) * (H - H_i) / (H(i+1) - H_i).$$

Если условие $R \geq 0,7$ не выполнено, ежедневные расходы воды вычисляются линейной интерполяцией измеренных расходов воды во времени.

5. Использование метода поправок Стаута [3]

Строится кривая Глушкова, как было описано выше. Определяются отклонения уровней ΔH как разность ординат измеренного

расхода и того же значения по кривой Глушкова (т.е. разность между значением уровня при измерении расхода и значением уровня на кривой Глушкова при таком же значении расхода).

Последовательность отклонений ΔH наносится на хронологический график. Отклонения для дней между измерениями расходов определяются линейной интерполяцией.

При снятии с кривой Глушкова срочных и ежедневных расходов воды, срочные и ежедневные значения уровня воды корректируются на поправку Стаута для соответствующего дня.

Вычисление переходных коэффициентов от свободного к стесненному руслу

При выборе пользователем способов вычисления ЕРВ, связанных с построением кривой зависимости расхода воды от уровня воды, автоматически вычисляются переходные коэффициенты зарастания русла и зимние коэффициенты.

Сначала определяются переходные коэффициенты для дней, в которые происходило измерение расхода воды. При измерении расхода воды в условиях свободного русла коэффициент K равен 1. При наличии ледовых явлений или зарастании русла переходный коэффициент вычисляется по формуле

$$K = Q_{\text{изм.}} / Q_{\text{крив.}},$$

где $Q_{\text{изм.}}$ – измеренное значение расхода воды, $Q_{\text{крив.}}$ – значение расхода воды, снятое с кривой открытого русла при одинаковом значении уровня воды.

Затем определяются переходные коэффициенты для каждого дня путем линейной интерполяции между коэффициентами в дни измерения расходов воды.

Описание программного комплекса определения ежедневных расходов воды

Программный комплекс определения ежедневных расходов воды может функционировать как автономно, так и в качестве одного из этапов технологии автоматизированной обработки режимной гидрологической информации.

Пользователь выбирает год обработки и кодовый номер гидрологического поста из всех лет и постов, имеющихся в базе данных. После этого производится загрузка из архивных файлов информации, необходимой для построения графиков и проведения вычислений.

На экране отображается график «уровень – расход» с нанесенными точками измеренных расходов воды (рис. 1). Расходы воды, измеренные при различных состояниях водного объекта, показаны на графике разными условными обозначениями.

Пользователь визуально оценивает расположение точек на графике и может исключить из построения кривой те точки, которые не ложатся на однозначную кривую зависимости расходов воды от уровня. Такие расходы воды могут полностью исключаться из рассмотрения как неверные, или для них вычисление может быть проведено отдельно, с применением другого метода.

В примере на рис. 1 при построении кривой Глушкова исключены четыре измеренных расхода воды, которые не ложатся на однозначную кривую зависимости расходов воды от уровня. Для этих расходов параметры кривой могут быть занесены вручную.

При выборе метода Стаута создается хронологический график поправок Стаута (рис. 1).

Для ручного занесения или редактирования координат опорных кривых на экране имеется специальная кнопка. По мере занесения координат кривой, она автоматически отображается на графике.

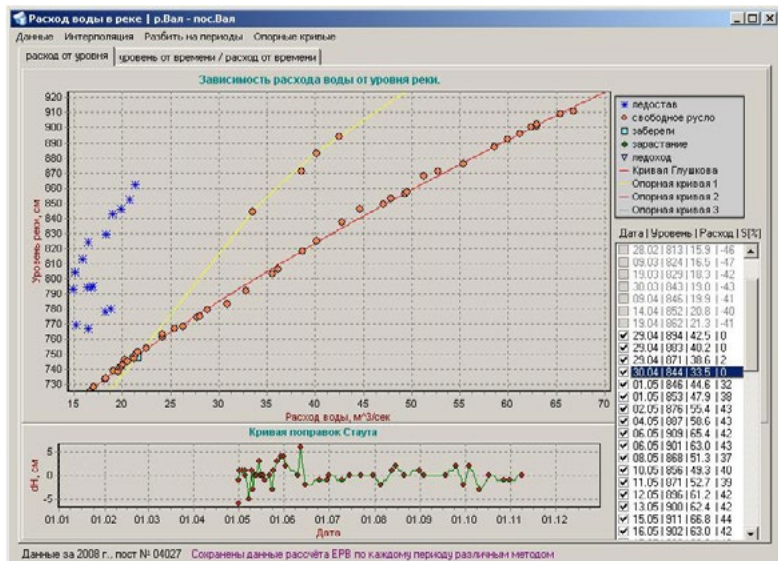


Рис. 1. График зависимости расхода воды от уровня воды

При построении кривой Глушкова или кривой опорных координат вычисляется и выводится на экран погрешность S по формуле

$$S = \sqrt{(\sum[(Q_{\text{изм.}} - Q_{\text{крив.}}) / Q_{\text{изм.}}]^2 / [n*(n-1)]},$$

где n – количество измерений расхода воды.

Кроме того, для каждого измеренного расхода открытого русла вычисляется и выводится на экран процент погрешности (рис. 1, таблица справа) по формуле

$$100 * (Q_{\text{изм.}} - Q_{\text{крив.}}) / Q_{\text{крив.}}$$

Автоматически вычисляются переходные коэффициенты от свободного к стесненному руслу, и пользователю предоставляется возможность просмотреть их и отредактировать.

Результаты интерполяционных кривых расхода воды отображаются на графике «Годовой ход расхода воды» (рис. 2).

Программный комплекс позволяет разделить календарный год на отдельные периоды и при сохранении результатов для каждого периода выбрать тот или иной метод расчета ежедневных расходов воды. При этом на графике будет отображена результирующая кривая.

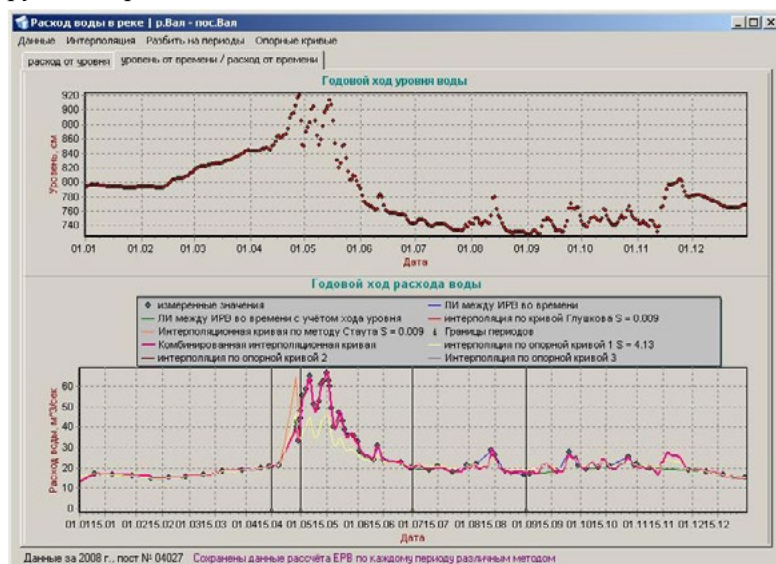


Рис. 2. Графики «Годовой ход уровня воды» и «Годовой ход расхода воды»

На рис. 2 периоды разделены вертикальными линиями, результирующая кривая показана ярко-розовым цветом.

Список литературы

1. Григорьев В.И., Деснянский В.Н., Заимских Г.А., Каганов Е.И. Алгоритмы и система программ для расчета на ЭВМ ежедневных расходов воды // Труды ВНИИГМИ-МЦД. 1977. Вып. 32. С. 52–64.
2. Кудрин Р.Д., Серков Н.К. Методы вычисления на ПЭВМ ежедневных расходов воды и пути их реализации на ПЭВМ // Труды ГТИ. 1980. Вып. 62. С. 69–83.
3. Карасев И.Ф., Шумков И.Г. Гидрометрия. Л.: Гидрометеиздат, 1985.
4. Иванов Ф.Ф., Старизный А.Е. Вычисление на ПЭВМ ежедневных расходов воды с использованием графических средств // Труды ВНИИГМИ-МЦД. 1996. Вып. 160. С. 21–26.

ГРАФИЧЕСКОЕ ОТОБРАЖЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РЕЖИМНЫХ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ НА ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ПОСТАХ В УСЛОВИЯХ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

Введение

Наблюдения за элементами гидрометеорологического режима на гидрологических постах могут производиться ежедневно в течение года или нескольких месяцев и эпизодически – несколько дискретных измерений в месяц или год.

В условиях автоматизированной обработки гидрологических данных результаты наблюдений могут отображаться в виде ряда независимых графических построений: ежедневные – в виде комплексного графика результатов гидрометеорологических наблюдений и совмещенных по времени хронологических графиков уровней воды; эпизодические – в виде совмещенных профилей русла в гидростворе, а также профили русла и эпюры средних скоростей в гидростворе.

Элементы для автоматизированного построения графиков выбираются из архивных файлов первичных данных РЕКАСРОК, РЕКАСУТК.

Построение графиков ежедневных наблюдений

Автоматизированное построение графиков по результатам ежедневных наблюдений позволяет получить графики за период от одного до 12 месяцев. Начало и конец периода построения могут принадлежать смежным годам. Если период построения не превышает двух месяцев, графики строятся в укрупненном масштабе.

Горизонтальная ось на графиках – ось времени. Единица деления равна одним суткам независимо от выбранного масштаба. При построении графика за период, не превышающий двух месяцев, на оси выделяются каждые сутки. Оцифровывается первый, последний день месяца и каждые сутки, кратные пяти. При построении за период более двух месяцев выделяется каждый месяц и оцифровывается.

Комплексный график результатов гидрометеорологических наблюдений

График представляет собой набор независимых графических построений [1].

Для постов с полным комплексом гидрометеорологических наблюдений он включает графики элементов, располагаемых в следующей последовательности сверху вниз: температура воздуха, осадки, температура воды, высота снега на льду, толщина льда, коэффициенты искажения стока воды, фазы ледового режима, уровень воды, расход воды, мутность воды. Последовательность графиков элементов сохраняется и при сокращенной программе наблюдений, однако отображаются только имеющиеся элементы.

Автоматизированное построение комплексного графика предусматривает:

- выдачу по умолчанию графиков всех имеющихся в архив-ных файлах элементов;
- возможность уменьшения пользователем состава отображаемых элементов;
- возможность указания периода, за который строится график.

График занимает все окно экрана ПЭВМ, за исключением двух верхних строк, отводимых под название графика и идентификацию пункта наблюдения на водном объекте. График имеет общую для всех элементов горизонтальную ось (ось времени), совпадающую с его нижней границей, и вертикальные оси для каждого элемента в отдельности, совпадающие с левой границей графика. Однако для таких элементов, как температура воздуха, осадки, высота снега на льду (температура воды) дополнительно отображается горизонтальная ось времени на уровне нулевых значений этих элементов.

При построении за календарный год дополнительно выводятся данные за последнюю декаду декабря предыдущего и первую декаду января последующего года.

На вертикальной оси графика каждого выводимого элемента при оцифровке отмечается высшее и низшее, при необходимости – нулевое, а также промежуточные значения в соответствии с выбранным масштабом.

Высота единицы деления на всех вертикальных осях одна и та же: она определяется вертикальным размером (высотой) окна экрана, отводимого под график. Для определения высоты едини-

цы деления следует высоту окна экрана разделить на заданное количество единиц, представляющих собой сумму единиц, отводимых под график каждого элемента. Сумма только для значений элементов равна 48 единицам, а именно: температура воздуха и осадки – по 5 единиц; высота снега на льду и температура воды положительная – 3 единицы (оба элемента располагаются над общей горизонтальной осью); коэффициенты искажения стока и толщина льда располагаются под общей горизонтальной осью (осью высоты снега на льду) и занимают 5 единиц (из них толщина льда – 3 единицы, коэффициенты – 5 единиц); уровень, расход и мутность воды – по 10 единиц. При расчете высоты единицы деления необходимо дополнительно учесть место для расположения над графиком уровней графика фаз ледового режима, занимающего 10 единиц длины суток на горизонтальной оси при построении за период более двух месяцев, а также небольшое расстояние между графиками элементов для исключения их наложения. Вертикальные оси элементов сдвигаются относительно друг друга с целью исключения их наложения.

На графиках всех элементов отображаются их средние суточные значения, соединяемые для смежных суток прямыми линиями. График разрывается при отсутствии реального числового значения хотя бы для одних из смежных суток.

Дополнительно на графике уровня отображаются значения уровней на гидростворе, а на графике расходов – измеренных расходов воды на даты измерения расходов; на графике коэффициентов отмечаются даты измерения расходов воды; на графике мутности – значения средней мутности, полученные по результатам измерения расходов взвешенных наносов.

Совмещенные графики колебания уровня воды

График представляет собой хронологические графики уровней воды постов, расположенных на одной реке или в бассейне реки, совмещенные по времени. График строится за календарный год, в укрупненном масштабе – за период не более двух месяцев. Экран ПЭВМ позволяет расположить графики не более четырех постов.

График каждого поста имеет свою горизонтальную ось времени и вертикальную ось уровня. Выбор масштаба и оцифровка горизонтальной оси производится по тем же правилам, что и для комплексного графика.

Вертикальная ось и ее оцифровка для каждого поста автоном-

ны, а высота единицы деления и масштаб должны быть одинаковы для всех постов, помещаемых на один график.

Высота вертикальной оси каждого поста определяется значением высшего и низшего уровня воды, выбранного из данных рассматриваемого года или периода, т.е. амплитудой колебания уровня. Опираясь на амплитуды выбранных для построения графика постов, определяется высота единицы деления и масштаб. При этом необходимо учесть, что график каждого поста включает строку заголовка с указанием наименования водного объекта и пункта наблюдения, площади водосбора, отметки нуля поста и системы высот, а также график фаз ледового режима.

Построение графика фаз ледового режима

На комплексном графике и графике совмещенных уровней отображаются в виде отдельного графика фазы ледового режима. График фаз располагается над графиком уровня каждого пункта наблюдения.

Сведения о ледовых явлениях представлены в архивном файле РЕКАСРОК в виде кодов (номеров) режимных групп состояния водного объекта (кодов СВО), расположенных в сутках в порядке убывания приоритета для определенного периода гидрологического года – периода установления ледостава или периода его разрушения. Для отображения на графике некоторые явления (коды СВО) объединяются в одну фазу ледового режима.

На графике фазы ледового режима представляются в виде графических построений их классических условных обозначений [1]. Всего для отображения фаз предусмотрено 15 графических символов и семь графических образов. Графические образы – это объединение нескольких символов в одно графическое построение. (В статье не приводится описание графических символов и образов фаз ледового режима, необходимое при автоматизированном построении графика, из-за большого объема материала).

Расположение графика фаз ледового режима определяется положением его горизонтальной оси (оси времени), построение которой производится только для периода года с ледовыми явлениями. Над горизонтальной осью на высоте, равной четырем единицам длины суточного интервала (при построении графика за год), строится параллельная ей горизонтальная линия. Ось и линия образуют полосу, внутри которой, над ней и под ней располагаются графические образы, отображающие фазы ледового режима. Учи-

тывая конфигурацию образов, их размеры, определяемые высотой полосы, их расположение относительно полосы, общая высота графика составляет 10 единиц длины суточного интервала. При построении графика за период менее года соотношение высоты полосы и длины суточного интервала уменьшается.

При наличии более одной фазы ледового режима за сутки строится графический образ, который является допустимым объединением условных обозначений приоритетных фаз ледового режима в зависимости от периода года.

Построение графиков эпизодических наблюдений

Графики строятся по данным измерений расходов воды при условии наличия в архивном файле РЕКАСРОК сведений об измеренных глубинах и скоростях. Производится построение графика совмещенных профилей русла, а также профиля русла и эпюры средних скоростей в выбранном гидростворе.

Совмещенные профили русла в гидростворе

График строится для одинаковых номеров гидростворов. Выбираются расходы, измеренные при свободном ото льда русле, а при ледоставе – в потоке подо льдом. На одном графике могут быть построены профили русла не более чем для четырех расходов, измеренных в русле, не разделенном на протоки, или в обособленных протоках (потоках) с общим гидроствором. Потоки на пойме, которые не отделены участком суши от основного русла, принимаются в совокупности с основным руслом за единый поток.

Определение данных и построение профиля русла каждого выбранного расхода воды производится автономно. Общими для всех профилей являются только оси графика: горизонтальная – расстояние от постоянного начала в метрах точек измерения глубин, которая располагается в нижней части графика; вертикальная – отметки дна русла в метрах выбранной для поста системы высот, которая располагается вверх от горизонтальной оси в левой части графика. Левый берег располагается слева.

Устанавливается постоянный вертикальный и горизонтальный размер основного окна экрана, отводимый под график, с учетом того, что постоянную по размеру часть окна экрана занимают производимые на графике характерные надписи. Над графиком в двух строках располагаются сведения, идентифицирующие график, водный объект и место измерения. Производится оцифровка обеих

осей. Под горизонтальной осью ниже ее оцифровки располагаются полосы оцифровки отметок дна четырех профилей. На продолжении полос оцифровки справа располагается табличка, которая для каждого профиля включает конфигурацию линии, которой прорисовывается профиль, дату измерения расхода, отметку поверхности воды, рассчитываемую суммированием высоты отметки нуля поста и уровня воды, определяемого при измерении каждого расхода.

График профилей русла рассчитывается таким образом, чтобы по высоте он составлял $\frac{2}{3}$ его ширины. Для строящейся группы профилей масштаб по горизонтальной оси выбирается по наибольшей ширине русла, определяемой как разность наибольшего и наименьшего расстояния от постоянного начала точек измерения глубин, а по вертикальной оси выбирается по наибольшей глубине русла, определяемой как разность высшей и низшей отметок дна русла. Отметки дна русла определяются путем вычитания из отметки поверхности воды соответствующего расхода глубин, полученных при измерении этого расхода.

Для русла, не разделенного на протоки, производится автономно построение профиля русла для каждого из выбранных расходов. С учетом масштаба вертикальной оси в каждой точке измерения глубины, определяемой расстоянием от постоянного начала, отображается глубина в отметках дна. За нуль глубины принимается отметка поверхности воды. Глубины отображаются вниз от поверхности воды. Глубины смежных точек соединяются прямыми линиями в соответствии с выбранной для этого расхода конфигурацией линии.

Построение графика для русла, разделенного на несколько проток с общим гидроствором, имеет некоторые особенности при определении масштаба по горизонтальной оси. По расстоянию от постоянного начала урезов берегов проток определяется суммарная ширина проток для каждого из выбранных расходов. Расстояние между протоками не учитывается. Из суммарной ширины выбирается наибольшая для определения масштаба. Оцифровка горизонтальной оси производится в выбранном масштабе в отдельности для каждой протоки. Начало оцифровки – урез левого, конец – урез правого берега. Протоки разделяются двумя вертикальными линиями на небольшом расстоянии друг от друга. Реальное расстояние между протоками на графике не отображается. Масштаб по вертикальной оси определяется по наибольшей глубине

(разность высшей и низшей отметок дна русла), выбранной из протоков. Построение профиля в каждой протоке производится автономно по тем же правилам, что и для русла, не разделенного на протоки.

Профиль водного сечения и эпюра средних скоростей

График строится для каждого отдельно взятого расхода воды, измеренного в единственном русле или в нескольких протоках с общим гидроствором. На графике отображаются измеренные глубины и средние на скоростных вертикалях скорости течения в гидростворе, т.е. профиль русла и эпюра средних скоростей. Для расхода, измеренного в зимний период подо льдом, на графике, помимо глубин, отображаются толщина погруженного льда и шуги при их наличии.

График имеет две оси: горизонтальную – ось расстояний от постоянного начала и вертикальную – ось скоростей и глубин. Вертикальная ось располагается в левой части графика, обозначает левый берег, подразделяется на две равные части горизонтальной осью на уровне нулевых значений элементов. Вверх от горизонтальной оси отображаются скорости, вниз – глубины.

По правилам, подобным построению графика совмещенных профилей русла, определяются вертикальный и горизонтальный размер окна экрана, предназначенный для построения собственно графика, т.к. часть экрана занимают характерные надписи. Над графиком размещаются сведения, идентифицирующие график, водный объект, пункт и место измерения. Под графиком располагаются шесть полос оцифровки значений элементов, отображаемых на графике, а на продолжении полос оцифровки справа располагается табличка с наименованиями выводимых в полосах оцифровки элементов – расстояние от постоянного начала точек измерения глубин и скоростей, общая и рабочая глубина, толщина погруженного льда и шуги, скорость. Над табличкой наименования полос оцифровки располагается табличка значений элементов, получаемых при измерении и обработке расхода воды, – уровень и расход воды, средние и наибольшие глубины и скорости, площади регламентируемых участков гидроствора, ширина русла.

Учитывая размер оставшейся части окна экрана, устанавливается масштаб по горизонтальной и вертикальной осям. По горизонтальной оси для расстояния от постоянного начала масштаб определяется по ширине русла, по вертикальной оси для профиля русла – по наибольшей общей глубине, для эпюры скоростей – по

наибольшей средней скорости на вертикали.

Оцифровка вертикальной оси производится через равные промежутки в удобных для работы с графиком числах. По горизонтальной оси в полосах оцифровки оцифровывается каждая точка измерения глубины и выводятся значения отображаемых на графике элементов для каждой из этих точек.

Построение каждого из графиков (профиля русла и эпюры средних скоростей) производится автономно. При построении профиля русла от горизонтальной оси нулевых значений вниз откладываются общая глубина и толщина погруженного льда. При наличии шуги ее значения откладываются вниз от нижней точки погружения льда. Смежные точки глубины каждого из элементов соединяются прямыми линиями, образуя, соответственно, линию профиля дна, нижней поверхности погруженного льда и погруженной шуги. Полученные фигуры для погруженного льда и шуги заштриховываются. Начиная от линии профиля дна до горизонтальной оси пунктирными линиями обозначаются границы мертвого пространства, а сплошными линиями до верхней границы вертикальной оси скоростей – скоростные вертикали с указанием их номеров.

При построении эпюры средних скоростей от горизонтальной оси нулевых значений вверх откладываются вычисленные для каждой скоростной вертикали средние скорости. Смежные точки соединяются прямыми линиями. Скорости на вертикалях, примыкающих к границам мертвого пространства или урезам берегов, соединяются с точкой границы (уреза), расположенной на оси нулевых значений.

При построении графика для русла, разделенного на обособленные протоки, общими для всех протоков являются горизонтальная и вертикальная оси. Масштаб по горизонтальной оси определяется по суммарной ширине русел протоков, по вертикальной оси – соответственно, по наибольшей глубине и скорости, выбранных из протоков. Смежные протоки разделяются двумя вертикальными линиями. График для каждой протоки строится автономно по тем же правилам, что и для русла, не разделенного на протоки.

Список литературы

1. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 6, ч. 1. Л.: Гидрометеиздат, 1978. 384 с.

СТРУКТУРА НАРУШЕНИЙ В НАБЛЮДЕНИЯХ ЗА СНЕЖНОЙ МГЛОЙ НА МЕТЕОСТАНЦИЯХ РОССИИ ПО ДАННЫМ ГОСФОНДА

1. Постановка задачи

Снежная мгла — явление относительно новое, оно начинает определяться Наставлениями по производству метеорологических наблюдений начиная лишь с 1969 года [1, 2]. Снежная мгла — это сплошное помутнение воздуха от взвешенных частиц снега обычно до или после метели, причем только в более новой версии Наставления это явление было причислено к группе метелевых. Снежная мгла исследована недостаточно, о чем свидетельствует само ее определение, читая которое невозможно понять, например, по какой причине до метели в воздухе появляются взвешенные частицы снега.

Анализ снежной мглы, проведенный Н.И.Колпиновым, по материалам АМСГ «Ямбург», объясняет многие факторы, вызывающие это опасное явление в арктических районах [3]. По его данным, снежная мгла наблюдается при сочетаниях скорости ветра не менее 5 м/с, температуры воздуха не выше -3°C , небольших значениях дефицита точки росы и при наличии приземной инверсии температуры. Снежная мгла не является следствием выноса снежных частиц, снежные кристаллы образуются непосредственно в инверсионном слое, а при усилении ветра снежная мгла принимает вид поземки или метели со значительным ухудшением видимости, при этом небо может быть ясным.

В данной статье остаются в стороне синоптические и гидродинамические вопросы образования и усиления снежной мглы, она посвящена статистическому анализу данных по снежной мгле на станциях России, накопленным в Госфонде [4]. Главным вопросом остается вопрос о полноте и качестве архивной информации, относящейся к наличию снежной мглы. Задача автора — исключить вначале грубые ошибки, а затем, изучив повторяемость температуры и скорости ветра при снежной мгле, определить реальный диапазон значений этих параметров, который не противоречит условиям возникновения снежной мглы, исключить наблюдения, выходящие

за границы диапазона хотя бы для одного метеоэлемента, показать структуру ошибок, оценить количество пропущенных значений и сделать вывод о пригодности данных суточного макета для исследования снежной мглы. Задача осложняется тем обстоятельством, что научной литературы по снежной мгле, кроме вышеуказанной работы Н.И. Колпинова, обнаружить не удалось, и в руководящих документах также не удалось обнаружить никаких сведений об этом явлении, кроме уже цитированных Наставлений.

2. Нарушения в полноте и качестве данных по снежной мгле

Исходным материалом являются многолетние ряды данных о наличии атмосферных явлений на 1763 станциях России за 1977–2005 гг. (29 лет). Сведения о явлениях входят в состав двух типов архивов, хранящихся и постоянно пополняемых в Государственном фонде данных, из которых архив суточного разрешения включает в себя указания на наличие снежной мглы [4]. Исследование выполнено по данным суточного макета без привлечения срочных наблюдений. Всего за указанный период лет найдено 29669 дней с наличием снежной мглы, в общей сложности на 442 станциях.

Для оценки достоверности полученной информации привлечены такие элементы суточного макета, как минимальная и максимальная температура воздуха, максимальная за сутки скорость ветра и степень покрытия окрестностей метеостанции снегом. Нарушения, выявленные в данных по снежной мгле, имеют разный характер. В ряде векторов все сведения по метеопараметрам явно ошибочны или пропущены, в других случаях сомнительными являются значения одного-двух элементов. Расположим типы нарушений в порядке их «тяжести», а затем рассчитаем их количество по исходному массиву.

Итак, приводим перечень обнаруженных нарушений в порядке их значимости:

- сведения по трем сопутствующим метеоэлементам отсутствуют;
- минимальная $t_{\min}$ или максимальная $t_{\max}$ температура воздуха ниже многолетнего минимума для северных районов России [5], равного -63°C ;
- минимальная температура выше максимальной;
- амплитуда температуры воздуха превышает 35°C ;

- скорость ветра $v_{\max}$ более 40 м/с;
- минимальная температура выше -3°C ;
- максимальная температура выше $+15^{\circ}\text{C}$;
- в течение 29 лет (1977–2005 гг.) на метеостанции отмечен всего один случай со снежной мглой (уникальное наблюдение).

В табл. 1 дано количество нарушений указанных девяти типов, расположенных в убывающем порядке по степени «тяжести».

Таблица 1

Распределение нарушений в наблюдениях за снежной мглой
(29669 наблюдений на 442 станциях)

Тип нарушения	Количество случаев	
	истинное	накопленное
Отсутствуют три элемента	223	223
$t_{\min} < -63^{\circ}\text{C}$	14	237
$t_{\max} < -63^{\circ}\text{C}$	8	245
$t_{\min} > t_{\max}$	34	279
$t_{\max} - t_{\min} > 35^{\circ}\text{C}$	37	316
$v_{\max} > 40 \text{ м/с}$	17	333
Единичная мгла за 29 лет	227	575
$t_{\min} > -3^{\circ}\text{C}$	53	658
$t_{\max} > +15^{\circ}\text{C}$	22	680

Пустые векторы

В 223 векторах с наличием за сутки снежной мглы не было данных ни по одному из трех указанных выше метеозлементов. Это означает, что убедиться в достоверности наличия мглы невозможно. Общее количество метеостанций, на которых найден хотя бы один пустой вектор, составило 38, из них на 34 станциях все наблюдения оказались пустыми. На пяти первых по количеству пустых векторов станциях обнаружено в общей сложности 169 случаев наличия снежной мглы при полном отсутствии остальных элементов. Первенство принадлежит станции Остров Четырехстолбовый, расположенной в Якутском УГМС, в ряду которой из 572 случаев со снежной мглой 116 не имели сопутствующих параметров (21 %). Отметим также станции Хилок, Мыс Меньшикова и Джана, в которых все случаи со снежной мглой не сопровождались необходимыми характеристиками. Следует заметить, что «пустые»

наблюдения распределены во времени неравномерно, подавляющая их часть, а именно 174 случая из 223 (78 %), приходится на 1989–1995 гг. После удаления пустых векторов количество станций в выборке уменьшается на 34 единицы, количество векторов – на 223.

Соотношение между климатическими пределами суточных экстремумов и предельное значение амплитуды температуры воздуха

В соответствии с климатическими данными [5] абсолютный минимум температуры воздуха на территории России составляет -63°C . Это значение выбрано в качестве нижнего предела для обоих суточных экстремумов, дополнительно обе температуры контролируются на правильное соотношение и на разность (суточную амплитуду) между ними. В качестве максимальной суточной амплитуды выбрано значение 35°C . Если температура была ниже -63°C , если минимум был выше максимума или амплитуда превышала указанный предел, то наблюдение считалось недостоверным и его следовало исключить из анализа.

Четыре правила позволили найти в общей сложности 93 наблюдения на 14 станциях, из них 19 наблюдений имели более одного из указанных нарушений. На девяти станциях количество подозрительных наблюдений составляло более 70% при общем количестве случаев, не превышающем 24 дня. По ним принято решение – исключить все наблюдения, а не только те, которые не прошли проверку на пределы, поскольку, по-видимому, процесс производства наблюдений в этих пунктах контролируется слабо. В итоге будут удалены девять станций и в общей сложности не 74 забракованных вектора, а 93. Полезно упомянуть тот факт, что во временном распределении температурных ошибок прослеживается одна особенность, которую полезно иметь в виду: несмотря на то, что станции принадлежат к разным управлениям Гидрометслужбы (УГМС), все ошибки приходятся на 1989 и 1990 гг. До и после этого периода ошибок данного типа нет.

Климатические пределы скорости ветра

Предел измерения скорости ветра по флюгеру с тяжелой доской составляет 40 м/с, по анемометру – 60 м/с. Но следует ли верить архивным данным при скорости ветра более 40 м/с? Анализ каждого наблюдения с такой скоростью (их оказалось всего 17) приводит к выводу, что все наблюдения со скоростью ветра более

40 м/с имели в то же время грубые ошибки в температуре воздуха, и уже поэтому подлежали удалению.

Единичное наблюдение снежной мглы за весь ряд лет

Последним по счету и степени тяжести нарушением считается ситуация, когда за весь ряд наблюдений на станции отмечен всего один случай со снежной мглой. Стоит ли ему верить, если наблюдатель никогда прежде не фиксировал такое явление и столкнулся с ним впервые? Единичные наблюдения не так уж редки – 227 станций попали в выборку по этому признаку и были подвергнуты отдельному анализу. Среди них, так же как и во всей выборке, обнаружены «правильные» векторы, не содержащие ни одного вида нарушений, и «неправильные», имеющие ошибки в одном или нескольких элементах (температура, ветер). Во временном разрезе большая часть единичных случаев приходится на 1996–2004 гг., когда процессы контроля данных уже были хорошо отработаны, тем не менее в данном исследовании было принято решение о том, что единичные векторы следует исключить, т. е. из выборки надо удалить 227 наблюдений.

Диапазон температуры при возникновении снежной мглы

После проверки по шести вышеуказанным правилам, касающимся температуры и скорости ветра, наблюдения с грубыми ошибками были исключены из выборки, и только после этого можно приступить к контролю диапазона температуры, а точнее, верхнего предела обоих экстремумов, при котором возможно возникновение снежной мглы. Напомним, что нижний предел обоих экстремумов ограничен абсолютным климатическим значением -63°C .

Снова обращаясь к материалам Н.И. Колпинова [3], можно придти к решению, что если минимальная температура превышала -3°C , то, скорее всего, снежная мгла отмечена в эти сутки ошибочно. Сложнее было установить предел для максимальной температуры. Максимальная температура при снежной мгле, как правило, была ниже 0°C и примерно в 1 % случаев – выше. Однако дневной нагрев означает всего лишь, что днем снежная мгла не возникнет, но в остальное время суток частицы снега в воздухе могут появиться. Поскольку многие вопросы, связанные со снежной мглой, изучены слабо, то в данном исследовании принят субъективный предел для максимальной температуры $+15^{\circ}\text{C}$. Все наблюдения, в которых было превышено это число, из выборки исключены.

Повторим цифры, приведенные в табл. 1, относительно диапазона суточных температур, при котором наличие снежной мглы считалось возможным, – минимальная температура вышла за верхний предел в 53 случаях, максимальная – в 22 наблюдениях.

Степень покрытия окрестностей станции снегом

Может ли снежная мгла образоваться при отсутствии снежного покрова, или же его наличие является обязательным условием? В данном исследовании наличие снежного покрова анализируется по степени покрытия окрестностей метеостанции снегом, которое определяется один раз в сутки в утренний срок. В выборку попали данные по снежному покрову лишь начиная с 1986 года. Количество случаев со снежной мглой за 1986–2005 гг. составило 19642, но после удаления нарушений, определенных по перечисленным выше правилам, в выборке осталось 19164 наблюдения, среди которых ошибок не обнаружено. Степень покрытия ни в одном случае не вышла за предел 0–10 баллов, всего в трех случаях степень покрытия была менее пяти баллов и только в 130 наблюдениях степень покрытия, составлявшая не менее десяти баллов, отмечена в дни, когда максимальная температура была выше 0°C. Таким образом, подавляющая часть наблюдений относится к зимним условиям, когда лежит сплошной снежный покров при отрицательной температуре воздуха. Эти результаты позволяют считать, что наблюдения за степенью покрытия при снежной мгле вполне надежны.

Итоги контроля нарушений всех типов

Итак, девять видов нарушений позволили в итоге выявить 680 ошибочных значений, недопустимых с той или иной точки зрения. Некоторые векторы содержали по несколько ошибок, поэтому общее количество удаленных наблюдений составило 579, при этом за счет единичных наблюдений, а также за счет станций с преобладанием ошибочных данных над правильными, количество станций, представленных в выборке значительно сократилось (на 254 единицы) и теперь составляет 188. Выше было сказано, что удалены пустые векторы, в которых данные по трем элементам отсутствовали, но в оставшихся наблюдениях иногда одно из значений могло отсутствовать.

Оценка полноты данных представлена в табл. 2.

Сколько пропущенных данных по каждому элементу осталось после удаления указанных 579 наблюдений? Информация

Таблица 2

Количество пропущенных значений в наблюдениях
за снежной мглой

Метеорологический параметр	Количество данных		%
	всего	пропущено	
Минимальная температура	28728	362	1,2
Максимальная температура	28723	367	1,3
Максимальная скорость ветра	28642	448	1,5
Степень покрытия снегом 1986–2005 гг.	19154	10	0,0
Всего наблюдений	29090	–	–
Всего метеостанций	188	–	–

об этом дана в числе случаев и в процентах от общего количества наблюдений по соответствующим периодам. В заключение оценим количество удаленных наблюдений (579) в долях от исходного количества (29669) и получим всего лишь 2%, что, конечно, вполне приемлемо для массовых данных.

3. Территориальное распределение снежной мглы

Известно, что снежная мгла характерна для заполярных территорий, однако, как показала выборка данных, в умеренных широтах она изредка, но все-таки формируется. Анализируя распределение снежной мглы по широтным зонам с шагом 5° на станциях России, можно установить, как резко увеличивается количество станций с мглой в зоне полярного круга, а также в следующей за ней зоне 70–75° (табл. 3).

На территории России по состоянию на 2009 год насчитывается 1813 станций, производящих наблюдения, из них на 188 отмечено, по меньшей мере, два дня с мглой. Максимум станций с мглой приходится на зону 65–70° широты, однако относительно общего количества станций первенство принадлежит следующей зоне, в которой из 50 станций снежная мгла наблюдается на 41 станции (82 %).

Если рассмотреть распределение пунктов со снежной мглой по административным образованиям, то можно видеть, что снежная мгла с количеством дней два и более за весь период лет отмечена в 38 из 88 образований, причем не только на севере страны, но и в таких южных местах, как Ростовская, Астраханская и

Таблица 3

Распределение количества станций со снежной мглой в
сравнении с общим количеством станций России
по широтным зонам

Широтная зона	Количество станций		%
	со снежной мглой	всего	
40–45	1	102	1
45–50	6	154	4
50–55	26	557	5
55–60	16	476	3
60–65	19	260	7
65–70	71	189	38
70–75	41	50	82
75–80	7	20	35
80–90	1	5	20
Всего	188	1813	

Волгоградская области. Чтобы не перегружать изложение, расположим административные образования в порядке возрастания количества станций со снежной мглой и исключим первые 13, на территории которых было не более одной станции при условии, что снежная мгла на ней наблюдалась не более трех раз за выбранный период. После исключения остается 25 территорий, сведения по которым представлены в табл. 4.

Таблица 4

Количество станций и дней со снежной мглой по
административным образованиям
(в порядке возрастания числа станций)

Административное образование	Количество станций			Сумма дней
	с мглой	всего	%	
Камчатский край	1	34	3	6
Волгоградская обл.	1	18	6	13
Мурманская обл.	1	42	2	18
Свердловская обл.	2	37	5	4
Эвенкийский муниципальный район	2	16	13	4
Курганская обл.	2	14	14	6
Республика Карелия	2	32	6	6
Ханты-Мансийский а.о.	2	32	6	6

Окончание табл. 4

Административное образование	Количество станций			Сумма дней
	с мглой	всего	%	
Ростовская обл.	2	25	8	8
Самарская обл.	2	14	14	10
Приморский край	2	44	5	12
Челябинская обл.	3	20	15	6
Новосибирская обл.	3	35	9	7
Саратовская обл.	3	20	15	7
Красноярский край	3	69	4	8
Архангельская обл.	3	38	8	22
Оренбургская обл.	3	22	14	42
Республика Башкортостан	5	33	15	34
Пермский край	7	26	27	36
Республика Коми	9	38	24	74
Таймырский муниципальный район	16	38	42	1474
Ненецкий а.о.	21	32	66	5159
Ямало-Ненецкий а.о.	21	31	68	5586
Чукотский а.о.	27	38	71	3179
Республика Саха (Якутия)	32	125	26	3333
Всего	175	873	20	9060

В третьей колонке таблицы дано общее количество станций в области или крае, а далее количество дней со снежной мглой выражено в процентах от общего числа станций, производящих наблюдения. Например, в Камчатском крае 34 пункта производят метеорологические наблюдения, из них только один пункт (3 %) отметил снежную мглу шесть раз за период наблюдений.

Заметим, что в результате исключения количество станций уменьшилось всего на 13 единиц, а количество дней – на 30 ($29090-30=29060$).

Обращаясь к последним пяти строкам таблицы, можно видеть, что снежная мгла на Крайнем Севере России наблюдается довольно часто. На территории Таймырского муниципального района и трех следующих за ним в списке автономных округов снежная мгла возникает на большей части станций и достигает значительной частоты. Несколько реже это происходит в Якутии, а в таких северных районах, как Магаданская, Мурманская и Архангельская области, Ханты-Мансийский а.о. снежная мгла крайне редка, а в Корякском а.о. не бывает никогда.

Как уже говорилось выше, снежную мглу наблюдают не только на Крайнем Севере, но и в некоторых южных районах. Разделим территорию России на две части по номерам синоптических районов. Районы 20–25 образуют северную часть, остальные отнесем к южной части и рассчитаем для двух частей повторяемость температуры и максимальной скорости ветра (табл. 5).

Таблица 5

Диапазон метеорологических параметров, имеющий наибольшую повторяемость на севере и юге России

	Северная часть	Южная часть
Количество станций	133	55
Количество наблюдений	28541	549
Минимальная температура	-30–21°C	-30–21°C
Максимальная температура	-30–21°C	-20–11°C
Амплитуда температуры	6–10°C	3–5°C
Максимальная скорость ветра, м/с	10–15	10–15

В северной части найдено 133 станции, наблюдавшие в общей сложности снежную мглу 28541 раз, остальные станции относятся к южной части. В таблице представлено не все распределение, а только те градации, которые имеют наибольшую частоту в обеих выборках, составляющую более 30 %. Диапазон минимальной температуры одинаков и на севере, и на юге, максимальная температура на юге на 10°C выше, чем на севере, амплитуда на юге меньше, чем на севере, а скорость ветра одинакова. Конечно, север и юг значительно различаются по количеству станций и наблюдений, но метеопараметры в обеих выборках имеют похожее распределение, что позволяет доверять снежной мгле на южных станциях. Однако количество дней со снежной мглой на юге невелико, поэтому далее в статье исследуется снежная мгла в местах ее обычного формирования, т. е. в Таймырском муниципальном районе, Ненецком, Ямало-Ненецком и Чукотском автономных округах и в Якутии (пять последних позиций в табл. 4). Здесь располагается

117 станций, которые в общей сложности наблюдали мглу 28731 раз, что составляет 99% от общего числа проконтролированных наблюдений 29090. Таким образом, далее будут представлены сведения по снежной мгле в местах ее характерного образования на севере России.

4. Многолетние особенности распределения дней со снежной мглой

Чтобы понять, насколько изменчиво число дней со снежной мглой, рассчитаем сумму дней за каждый из 29 лет по всем станциям пяти вышеуказанных районов и получим статистические характеристики составленных таким образом временных рядов (табл. 6).

Таблица 6

Статистические характеристики многолетних рядов
числа дней со снежной мглой

Административное образование	Минимум	Среднее	Максимум	Год максимума	Стандарт	Коэфф. вариации	Коэфф. тренда	Уровень значимости, %
Ненецкий а.о.	74	178	294	1991	72	40	1,88	22,00
Республика Саха (Якутия)	18	115	216	1981	57	49	-4,57	0,01
Таймырский муниципальный район	193	396	548	1989	108	27	-8,09	0,02
Чукотский а.о.	20	110	295	1987	71	65	-3,66	1,77
Ямало-Ненецкий а.о.	30	193	345	1979	77	40	-4,41	0,70
Пять районов вместе	426	991	1366	1991	254	26	-18,9	0,02

В таблице даны две характеристики изменчивости – стандарт и коэффициент вариации (отношение стандарта к среднему), с помощью которых можно установить район, наиболее стабильный по числу дней со снежной мглой. Среднее квадратическое отклонение максимально в Таймырском муниципальном районе, однако коэффициент вариации указывает на то, что на самом деле здесь межгодовая изменчивость минимальна ($C_v=27\%$), в то время

как для Чукотки получена максимальная величина ($C_v = 65\%$). Заметим, что колонка «Минимум» содержит числа, превосходящие 17 дней, что говорит о том, что ни в одном районе не было года, когда бы снежной мглы не было совсем, а в сумме по пяти районам минимальное значение составило 426 дней, т. е. только в одном из лет мгла отмечена такое число раз, а в остальные годы она формировалась чаще и максимум составил 1366 дней в 1991 году.

Важным параметром временного ряда является наличие тенденции к росту или убыванию, которую можно оценить по линейному тренду. Для каждого ряда вычислен коэффициент линейного тренда, который оказался отрицательным и значимым, что говорит о том, что имеется устойчивая тенденция к снижению числа дней со снежной мглой во всех районах, кроме Ненецкого а.о., где тренд оказался положительным и в то же время малозначимым. В целом по пяти районам (последняя строка таблицы) преобладает тенденция к уменьшению числа дней со снежной мглой и эта тенденция значима на высоком уровне. На самом ли деле снежная мгла образуется все реже или же это эффект внедрения более строгого контроля – на этот вопрос ответить невозможно. Но можно видеть, что максимальные величины в каждом ряду (колонка «Год максимума») наблюдались не позднее 1991 года, что также указывает на достоверность выявленной тенденции.

5. Сезонные особенности снежной мглы

Снежная мгла возникает при температуре не выше -3°C , но на заполярных станциях отрицательные температуры могут наблюдаться и летом. Значит, можно ожидать, что снежная мгла, возникающая летом, сопровождается низкими температурами. В табл. 7 приведено распределение числа случаев со снежной мглой по месяцам года для 117 станций вместе.

В первом месяце осени число дней с мглой минимально (менее 1 %), затем явление возникает все чаще, достигая максимума в январе-феврале. Весной тоже довольно часто наблюдатели отмечают снежную мгла, но в течение двух летних месяцев – июля и августа – снежной мглы не было ни разу. Если объединить вместе зимние и весенние месяцы, то на их долю придется 88% всех случаев с мглой. В июне мгла – редкое явление. Может быть, она отмечена ошибочно? Анализ диапазона температур показывает, что в этом месяце минимальная температура в день со снежной

Таблица 7

Распределение числа дней со снежной мглой по месяцам года

Месяц	Число дней	%	Накопленное число дней
Январь	5674	19,7	5674
Февраль	5574	19,4	11248
Март	4852	16,9	16100
Апрель	3491	12,2	19591
Май	836	2,9	20427
Июнь	35	0,1	20462
Сентябрь	31	0,1	20493
Октябрь	789	2,7	21282
Ноябрь	2698	9,4	23980
Декабрь	4751	16,5	28731

мглой находилась в пределах от -11 до -3°C, максимальная – от -7 до +2 °C, т. е. в течение суток температура обязательно опускалась ниже верхнего предела (-5 °C), указанного в работе [3], а значит, данным можно верить.

Может ли снежная мгла возникнуть, если снежный покров отсутствует? Расчеты показали, что в день возникновения мглы снежный покров наблюдается всегда, даже в мае и июне степень покрытия окрестностей станции снегом составляет от 6 до 10 баллов, а в остальные месяцы преобладает 10-балльный снежный покров, тем не менее нельзя считать, что наличие покрова является необходимым условием возникновения мглы.

Далее излагаются особенности снежной мглы, обобщенные по сезонам года, причем, как следует из предыдущей таблицы, в сезон лета входит лишь один месяц – июнь. Рассмотрим изменчивость температуры воздуха по ее экстремумам, приведенным для четырех параметров – двум температурам и амплитуде, а затем для скорости ветра (табл. 8).

Зимой снежная мгла формируется наиболее часто, по сравнению с другими сезонами, а размах всех характеристик достигает максимума. Так, минимальная и максимальная температуры имеют наибольший диапазон, амплитуда также колеблется в широких пределах, весной и осенью изменчивость не намного меньше, диапазон колебаний параметров очень близок к зимним цифрам и только летом, в июне, размах колебаний заметно уменьшается.

Таблица 8

Диапазон изменений температуры (°C) и скорости ветра (м/с)
по сезонам на 117 станциях

Сезон	Количество случаев	T _{мин}		T _{макс}		Амплитуда		Скорость ветра	
		мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.
Зима	15999	-55	-3	-49	15	0	34	0	39
Весна	9179	-48	-3	-41	12	1	32	2	40
Лето	35	-11	-3	-7	2	1	8	9	25
Осень	3518	-48	-3	-39	2	1	29	1	31

В целом можно сказать, что, по-видимому, снежная мгла может наблюдаться и при штиле, и при сильном ветре, температура не обязательно должна быть очень низкой, даже зимой дневной максимум может достигать положительных значений, но это не препятствует образованию мглы при ночном понижении температуры в этот же день.

6. Пункты с максимальным количеством дней со снежной мглой

Количество дней со снежной мглой за 1977–2005 гг. на разных станциях весьма различно, оно колеблется от двух до 1641 дня. Распределив станции по неравномерным грациям количества дней со снежной мглой, можно убедиться в том, что станций с малым количеством дней больше всего (табл. 9).

Таблица 9

Распределение 117 станций по количеству дней со снежной мглой, 1977–2005 гг.

Градации количества дней	Число случаев	Проценты	Накопленное количество
2–10	29	24,8	29
11–50	26	22,2	55
51–200	24	20,5	79
201–500	18	15,4	97
501–1000	12	10,3	109
> 1000	8	6,8	117

Почти половина станций (55 из 117) зафиксировали мглу в количестве не более 50 дней за весь период (47 %). 42 станции попадают в градации 50–500 дней и лишь 20 станций (17 %) наблюдали мглу более 500 раз. Рассчитаем годовую сумму числа дней для каждой станции, а затем вычислим многолетние статистические характеристики полученных рядов (табл. 10).

Таблица 10

Многолетние статистические характеристики годовой суммы дней со снежной мглой на метеостанциях пяти северо-восточных административных образований России

Станция	Число лет		Ми-ни-мум	Сред-нее	Мак-си-мум	Сум-ма	Стан-дарт	Коэфф. вариации
	все-го	без мглы						
Ненецкий автономный округ								
Шойна	29	3	0	9	33	274	8	86
Мыс Констан-тиновский	29	3	0	12	40	361	10	83
Усть-Кара	25	3	0	14	36	342	12	90
Белый Нос	29	4	0	18	57	522	17	92
Варандей	29	5	0	24	57	686	18	78
Амдерма	29	1	0	30	59	856	16	54
ГМО им. Крен-келя	29	4	0	57	149	1641	43	76
Республика Саха								
Дунай	29	10	0	10	39	300	13	122
Колымская	29	4	0	12	52	356	13	105
Мыс Шалау-рова	24	5	0	13	51	300	15	121
Олимпийская	10	2	0	15	44	148	15	102
О. Котельный	29	4	0	22	76	632	19	88
Таймырский муниципальный район								
Норильск	29	0	1	10	28	277	6	63
Острова Извес-тий ЦИК	29	5	0	10	68	278	14	145
О. Визе	29	0	2	30	79	874	23	75
О. Голомянный	29	0	3	30	90	883	16	54
Караул	29	0	1	37	62	1078	16	42
Мыс Стерлигова	29	2	0	38	72	1100	21	56
О. Вилькицкого	29	2	0	44	86	1263	25	58
Сопочная Карга	29	1	0	44	107	1282	25	57
О. Диксон	29	0	31	58	100	1690	17	29
Мыс Челюскин	29	0	1	81	145	2342	37	46
Чукотский автономный округ								
Мыс Шмидта	21	9	0	11	65	239	19	163
О. Врангеля	21	1	0	12	41	251	11	89

Окончание табл. 10

Станция	Число лет		Минимум	Среднее	Максимум	Сумма	Стандарт	Коэфф. вариации
	все-го	без мглы						
Мыс Нэттэн	11	0	1	22	53	242	18	80
Мыс Биллингса	29	7	0	23	80	663	28	123
Уэлен	21	0	9	23	57	482	12	50
Остров Четырехстолбовый	19	4	0	24	63	455	17	73
Ямало-Ненецкий автономный округ								
Харасавэй, мыс	21	5	0	10	40	206	13	130
Тамбей	29	6	0	11	40	312	12	107
Новый Порт	29	2	0	17	46	487	12	73
Антипаюта	29	3	0	19	50	556	14	71
Гыдо-Ямо	22	0	12	32	64	709	16	49
Тадебеяха	18	0	5	33	77	586	23	70
Каменный	18	0	11	38	56	691	13	34
Сеяха	29	2	0	42	86	1205	23	56

В таблице приведены статистики не для всех 117 станций, а лишь для тех из них в каждом административном образовании, в которых среднее многолетнее годовое число дней со снежной мглой оказалось не менее девяти (36 пунктов).

На большинстве станций мгла наблюдается не каждый год, о чем говорит количество лет без мглы, указанное следом за количеством лет с наблюдениями. Если мглы не было хотя бы в одном из лет, то в колонке «Минимум» стоит ноль. В числе статистик есть, кроме того, многолетний максимум годового числа дней и среднее квадратическое отклонение (стандарт). Поскольку число дней за год является положительной величиной, ограниченной нулем, то в таблице помещен коэффициент вариации (отношение стандарта к среднему). Величина коэффициента вариации зависит от количества лет без мглы – чем чаще бывают «нулевые» годы, тем выше межгодовая изменчивость и тем выше коэффициент вариации. Если коэффициент превышает 100 %, значит, годы с отсутствием мглы чередуются с годами с высоким количеством дней с мглой, о чем можно судить по колонке «Максимум». Пример: мыс Шмидта имеет наблюдения в течение 21 года, из них в девяти годах мглы не было, в одном из годов наблюдалось 65 дней с мглой, коэффициент вариации составил 163 % (стандарт заметно выше среднего).

В каждом административном образовании пункты упорядочены в порядке возрастания среднего многолетнего, и, как правило,

чем выше среднее, тем больше многолетняя сумма (количество дней с мглой за период наблюдений). Таким образом, пункты с наибольшим средним многолетним указаны в последней строке, – ГМО им. Кренкеля, остров Котельный, остров Четырехстолбовый и Сеяха. Отметим отдельно мыс Челюскин, которому принадлежит рекордное количество дней со снежной мглой – более двух тысяч за 29 лет наблюдений. Амплитуда колебаний годового числа дней с мглой на этой станции составляет около 145 дней, среднее достигает 81 дня, а коэффициент вариации невелик и составляет менее 50 %. Обобщая сведения по статистическим параметрам, можно сказать, что чем больше среднее многолетнее число дней, тем меньше изменчивость ряда. Исключение составляет мыс Биллингса, где при общем значительном числе дней было семь лет без мглы, а коэффициент вариации превысил 100 %. В этом пункте годы с полным отсутствием мглы чередуются с годами, когда мгла составляла до 80 суток за год, т. е. возникновение мглы имеет непостоянный характер.

Выводы

Массовый материал по первичным метеорологическим наблюдениям на метеостанциях России, накопленный в Госфонде почти за 30-летний период наблюдений, дал возможность выявить все дни, когда наблюдалось довольно редкое явление – снежная мгла. Этапы работы с данными о наличии снежной мглы в течение суток за 1977–2005 гг. можно кратко обобщить в следующем виде.

Данные о наличии снежной мглы сопровождаются в суточном макете небольшим числом параметров, из которых для контроля достоверности были выбраны суточные экстремумы температуры воздуха, максимальная за сутки скорость ветра и степень покрытия окрестностей станции снегом. Установлено, что в рядах данных по снежной мгле существуют нарушения нескольких видов, касающиеся отсутствия параметров, нарушения соотношения между ними и выхода параметров за климатические пределы.

Чистка рядов по снежной мгле состояла в том, что из выборки, первоначально состоявшей из 29669 векторов на 442 станциях, удалено 579 наблюдений, в которых не было сведений о сопутствующих параметрах, или же их значения выходили за пределы, при которых мгла может образоваться, а также векторы, признанные недостоверными по причине их уникальности (один случай снежной мглы за 29 лет наблюдений). Количество удаленных по

этим правилам наблюдений составило менее 2 % от первоначального, количество пунктов сократилось более чем в два раза. В оставшихся данных количество одиночных пропущенных значений температуры и скорости ветра не превысило 2 %.

Снежная мгла может при соответствующих условиях возникнуть в любом месте, но преимущественное развитие она получила в зоне полярного круга на широтах 65–75° с.ш. в таких административных образованиях, как Таймырский муниципальный район, Ненецкий, Ямало-Ненецкий, Чукотский а.о. и Якутия, причем первенство по количеству дней с мглой принадлежит первому из перечисленных районов, на территории которого остров Диксон и мыс Челюскина являются пунктами постоянного формирования снежной мглы.

В сезонном распределении числа дней со снежной мглой месяцами ее наибольшей повторяемости являются декабрь–март, в июле и августе снежная мгла не зафиксирована ни разу. Диапазон температур, при котором возникает снежная мгла, довольно широк и составляет от -3 до -55 °С, уменьшаясь в июне до -3 ÷ -11 °С. Максимальная за сутки скорость ветра в день со снежной мглой колеблется от полного штиля до 40 м/с, немного уменьшаясь летом и осенью, по сравнению с зимой и весной.

В многолетнем ходе количества дней со снежной мглой существует хорошо выраженный нисходящий тренд. Уменьшение числа случаев с мглой обнаружено в четырех самых «мглистых» северо-восточных административных образованиях России, о чем свидетельствует также тот факт, что многолетние максимумы суммы дней за год в рядах за 1977–2005 гг. приходятся на годы не позднее 1991 года. Оценки уровня значимости коэффициента линейного тренда свидетельствуют о достоверности выявленных тенденций. Межгодовая изменчивость числа дней за год характеризуется высокими значениями, о чем свидетельствует коэффициент вариации, составляющий более 100 %, но, кроме того, выявлена тенденция к снижению изменчивости в тех точках, где снежная мгла достигает в сумме за 29 лет самых больших величин (более 1000 дней).

Список литературы

1. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 3, ч. 1. Л.: Гидрометеоиздат, 1969. С. 162.

2. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 3, ч. 1. Л.: Гидрометеиздат, 1985. С. 123.
3. Колпинов Н.И. Снежная мгла и возможности ее прогнозирования в Ямало-Гыданском регионе // Метеорология и гидрология. 1998. № 4. С. 29–34.
4. Шаймарданов М.З., Пуголовкин В.В. Автоматизированные системы и технологии сбора, обработки и накопления данных гидрометеорологических наблюдений. Обнинск, 2002. С. 41–48.
5. Климат России. СПб: Гидрометеиздат, 2001. 655 с.
6. Метеорологический ежемесячник. Ч. 1. 1961–2000. № 1–12.

*А.А. Воронцов, С.А. Олейников,
С.А. Баталкина, Г.И. Нефедова*

СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ СПРАВОЧНЫХ ПОСОБИЙ С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИЙ ЕДИНОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИИ ОБ ОБСТАНОВКЕ В МИРОВОМ ОКЕАНЕ ДЛЯ НАУЧНОЙ И ПРАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Последние десятилетия отмечены активным внедрением информационных систем (ИС) практически во всех областях человеческой деятельности. В основе разработок таких систем лежит концепция интегрированной информационной технологии [5], включающая принципы: композиционности, единства реализации посредством использования унифицированных стандартов информационных ресурсов, технологических и программных средств; открытости для различных модификаций и расширений технологии.

При создании ИС обеспечивается объединение на функциональном уровне баз данных, математических моделей и методов расчетов, стандартов и руководств, системных и прикладных программ.

Архитектура ИС – это взаимосвязанная совокупность структурных элементов трех уровней: базового, функционально-технологического и внешнего. Базовый уровень системы представляет набор компонент, основанных на стандартах ее создания и функционирования для обеспечения взаимодействия отдельных составных элементов, а также для интеграции используемых в ИС информационных ресурсов. К основным компонентам относятся:

- научно-методическая компонента, определяющая режим и тематическую направленность работы системы;
- информационно-лингвистическая компонента – выбранная единая совокупность терминов, понятий и средств унификации данных в системе (коды и кодификаторы, языки описания и т.п.);
- программно-технологическая компонента, состоящая из конкретных систем управления данными (СУБД) и географических информационных систем (ГИС), языков разработки приложений и т.п., с применением которых реализуются и совершенствуются информационные технологии в самой ИС;

- аппаратно-вычислительная компонента, представляющая собой комплекс технических средств (компьютеры, периферийные устройства, средства связи и удаленного доступа), согласованный между участниками разработки системы;

- организационно-правовая компонента, обеспечивающая кадровый и нормативный аспекты.

Функционально-технологический уровень в архитектуре системы занимают функциональные подсистемы, реализующие информационную деятельность определенного вида. Подсистемы могут разделяться на функциональные блоки – элементы подсистемы, выполняющие вполне конкретную задачу. Подсистемы и их блоки создаются путем разработки соответствующих приложений (программно-технологических средств осуществления функций системы) на основе компонент, чем достигается единство средств реализации системы.

Как правило, в ИС выделяются как минимум две подсистемы: подсистема Интегрированного банка данных (ИБД) и подсистема проблемно-ориентированных аналитических приложений (АП). Подсистема АБ банков в основном реализует функции накопления и долговременного хранения данных. Подсистема ИБД занимает центральное место в системе и осуществляет накопление, интеграцию и непосредственное использование разнообразных мультидисциплинарных данных. В основе подсистемы АП лежит применение СУБД- и ГИС-технологий. Однако главную роль в этой связке здесь выполняет ГИС – эффективное средство интеграции и анализа информации о пространственно-распределенных объектах.

На внешнем уровне, отражающем точку зрения специалистов, обслуживающих текущую работу системы, или пользователей, применяющих систему для решения тех или иных задач, ИС представляет собой комплекс автоматизированных рабочих мест (АРМ) для реализации операций с данными и получения информационной продукции в пределах отдельных функциональных подсистем. АРМ – совокупность специальным образом оформленных и документированных приложений – поддерживается одним или несколькими функциональными блоками подсистемы. В каждом АРМ для удобства пользователей имеется внешний интерфейс, который включает в себя ряд элементов управления, которые позволяют осуществлять управление работой АРМ.

С 1999 г. в рамках Федеральной целевой программы «Мировой океан» создается Единая государственная система информации о Мировом океане (ЕСИМО) [4], главная цель которой – повысить эффективность информационного обеспечения морской деятельности. В целом ЕСИМО представляет собой распределенную систему информационных ресурсов и технологий, организационных структур федеральных органов исполнительной власти и общественных объединений, специализирующихся в области производства, сбора, накопления, обработки, хранения, защиты и распространения информации об обстановке в Мировом океане, функционирующих в едином правовом и информационном пространстве для эффективного обеспечения морской деятельности. Основными структурными элементами технологии ЕСИМО являются подсистема распределенных информационных ресурсов и функциональные приложения.

В настоящее время ЕСИМО – это сложный комплекс развивающихся программно-технологических средств, позволяющий работать с электронными картами и комплексными базами данных, а также решать различные прикладные задачи, связанные с природной средой исследуемого региона или акватории, с использованием математических моделей и методов. Одно из основных направлений в ЕСИМО – разработка разного рода электронных справочных пособий (ЭСП), в т.ч. и по морской природной среде [1].

Первые реализации ЭСП – статические, в которых были загружены материалы, рассчитанные заранее и занесенные в специализированную базу данных (СБД) в виде комплекта таблиц, графиков, текста, метаданных (справочных данных) и тематической картографической информации. Эти материалы пользователь мог только просмотреть и что-то сохранить у себя. Следующий шаг в развитии ЭСП – полнофункциональные справочные пособия, динамически работающие комплексы приложений. Естественно, эти ЭСП сохраняют в себе и элементы статических ЭСП, особенно в части метаданных.

Схема создания ЭСП в ЕСИМО в виде интегрированной информационной технологии получения полного набора характеристик морской природной среды в целях полноценного обеспечения пользователей показана на рис. 1.

Особое место в ряду ЭСП занимает динамически формируемое режимно-справочное пособие по морской природной среде

в виде электронного морского атласа (ЭМА) «Климат морей России и ключевых районов Мирового океана». Формирование ЭМА базируется на одной из ведущих технологий ЕСИМО – технологии подготовки ЭМА, которая в настоящее время включает в себя информационную базу (исходные, расчетные, модельные и справочные данные), расчетно-модельный комплекс программ получения режимных характеристик и программы формирования выходной продукции. Основа ЭМА – это программно-технологическая среда (СУБД) для хранения, управления и обработки данных и ГИС для формирования выходной продукции в виде картографического, текстового, табличного и графического материалов.

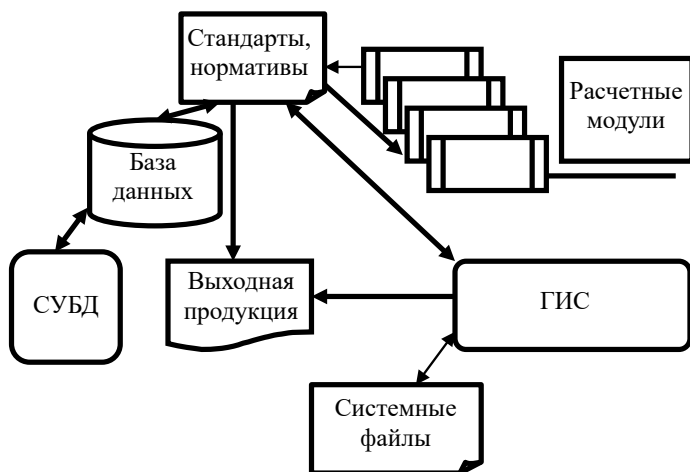


Рис.1. Схема получения ЭСП

Сама технология состоит из двух крупных блоков: серверной и клиентской части. Дополнительно на серверной стороне можно выделить достаточно независимый блок собственно хранения данных – систему распределенных баз данных.

Основную нагрузку по выполнению задач формирования выходной продукции в настольном варианте несет, конечно, клиентская часть. И это вполне справедливо, т. к. в ряде случаев мы можем абстрагироваться от серверной части, от данных и выполнить некий вид работ независимо, пользуясь только настольными программными средствами.

В целом выпускаемый в настоящее время ЭМА (рис. 2) и доступный пользователям на официальном портале ЕСИМО (http://www.esimo.ru/atlas/index_atlas.html) представляет собой режимно-справочное пособие, содержащее сведения о климатических характеристиках морской среды, которые получены за последний тридцатилетний период. ЭМА подготавливаются на основе исходных отечественных и зарубежных данных гидрометеорологических наблюдений, накопленных в Государственном фонде ГУ «ВНИИГМИ-МЦД» за многолетний временной период, а также материалов, полученных в рамках выполнения работ по созданию ЕСИМО за 1999–2009 гг.

ЭМА в виде ГИС-приложения позволяет объединять на функциональном уровне базы данных, системные и прикладные программы в виде интегрированной информационной среды для получения комплексной информации. Атлас состоит из программы-оболочки; базы данных; средств навигации данных; средств визуализации в отдельных окнах текстовой, табличной, графической и картографической информации.

Рис. 2 иллюстрирует функциональность ЭМА – возможность визуализации разного рода характеристик в табличном и графическом виде. Здесь же показан фрагмент комплексного представления

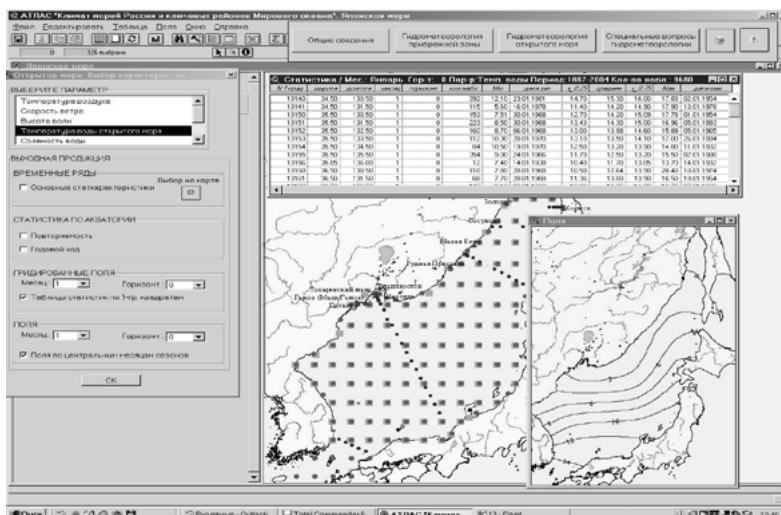


Рис. 2. Визуализация данных в электронном атласе

информации в ЭМА – по выбранной характеристике пользователю дается возможность просмотра тематической карты (распределение характеристики по акватории) и табличных материалов. При этом табличные материалы связаны с картой и могут синхронно отображать данные по выбранному району моря.

Структурно ЭМА состоит из трех частей. В первой его части приводятся общие справочные сведения об источниках информации, положенной в основу расчетов. Для прибрежной зоны моря дается карта с расположением береговых пунктов наблюдений, а также паспортные данные о ГМС (названия станций, их кодовые номера, координаты и периоды наблюдений). Для открытого моря приводятся карты освещенности акватории наблюдениями и справочные таблицы, соответственно, для судовых гидрометеорологических и глубоководных океанографических наблюдений с количеством и периодом наблюдений по отдельным одноградусным квадратам Марсдена и станциям вековых разрезов.

Во второй части ЭМА даются таблично-графические материалы с климатическими характеристиками прибрежной зоны моря, содержащие расчетные данные средних и экстремальных значений параметров и их повторяемость по многолетним месяцам, а также характеристики межгодовой изменчивости параметров.

В третьей части ЭМА приводятся результаты расчетов климатических характеристик морской среды открытого моря с приведением карт расчетных гидрометеорологических и океанографических полей на поверхности моря и на отдельных горизонтах наблюдений. В табличном виде по всем одноградусным квадратам и станциям вековых разрезов приводится статистика среднемесячных и экстремальных значений параметров на стандартных горизонтах. В целом для всей акватории моря рассчитаны повторяемости значений параметров по многолетним месяцам и их годовой ход.

Расчетные методы и алгоритмы [3], применяемые при создании атласа, достаточно подробно описаны в литературе, поэтому ограничимся только их перечислением.

В силу того, что обрабатываемые материалы – данные наблюдений – могут быть регулярными (эквиливантными) во времени (к ним относятся наблюдения на береговых, островных и устьевых ГМС и ГМП, океанографических станциях вековых разрезов, океанских станциях погоды (ОСП), а также рейдовые наблюдения

на шельфе внутренних и окраинных морей) или нерегулярными (неэквидистантными) во времени и пространстве (это и большинство экспедиционных судовых океанографических наблюдений вне вековых разрезов, и добровольные судовые гидрометеорологические наблюдения, и отдельные береговые измерения параметров морской природной среды), то методики расчетов разделены по типам наблюдений (временные ряды и нерегулярные данные) соответственно.

Для нерегулярных данных (температура воды и воздуха по судовым данным, соленость и плотность морской воды, скорость звука, содержание кислорода, ветер и волнение) в ЭМА выполнялось статистическое оценивание вероятностных характеристик, таких, как квартили функции распределения, определялись минимальные и максимальные значения и даты их наблюдений.

Квартили функции распределения заданной характеристики определяются как значения, которые данная характеристика не превышает в 25, 50 и 75% случаев.

Для всей акватории выполняется осреднение по многолетним месяцам для одноградусных трапеций Марсдена и для каждой одноградусной трапеции находились экстремальные значения.

Среднее месячное значение характеристики в данном месяце определялось как среднее арифметическое, медиана или трехсреднее всех значений ряда в пределах пространственно-временного осреднения. Выбор процедуры зависит от объема данных и вида функции (закона) распределения, причем ко всем квадратам применяется одна и та же процедура.

Для регулярных данных (температура воды и воздуха, соленость морской воды, уровень моря, ветер и волнение на ГМС) в ЭМА выполняется статистическое оценивание вероятностных характеристик, таких, как квартили функции распределения, среднее арифметическое значение, определялись минимальные и максимальные значения и даты их наблюдений.

Дополнительно проводится расчет повторяемости характеристики, расчет многолетнего линейного тренда, который характеризует монотонную систематическую многолетнюю изменчивость выбранной характеристики.

Необходимо отметить, что созданная версия ЭМА пользуется повышенным вниманием пользователей продукции ЕСИМО. ЭМА находят и свое практическое применение. Так, например, на основе

ЭМА проводится гидрометеобслуживание для выполнения научных и практических задач.

В настоящее время ведется развитие ЭМА. В первую очередь принято решение о расширении предметной области ЭМА за счет добавления материалов по морской геологии, биологии, льду, обстановке в Мировом океане, сведениям о портах и др.

В разделе «гидрометеорология» расширяется состав параметров в ЭМА и теперь в него входят: температура воды, соленость, плотность, устойчивость, содержание кислорода, скорость звука, температура воздуха, скорость ветра, высота ветрового волнения, видимость, соленость, уровень моря.

Уровень обобщения в ЭМА: средние характеристики за многолетний месяц, сезон, год.

Наполнение ЭМА: карты распределения параметров для всех месяцев года на поверхности и стандартных горизонтах, таблицы статистики и графики пространственно-временного распределения обобщенных характеристик.

Список литературы

1. Баталкина С.А., Белинских А.Л., Воронцов А.А. Применение ГИС-технологий для автоматизированного получения режимно-справочных данных о морской природной среде // Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2003. Вып. 170. С. 214–221.
2. Воронцов А.А. Получение стандартной выходной продукции в единой информационной системе обстановки в Мировом океане // Теория, методы проектирования, программно-техническая платформа корпоративных информационных систем / Сборник материалов Четвертой Международной научно-практической конференции КИС 2006. Новочеркасск: ЮРГТУ. 2006. С. 29–32.
3. Воронцов А.А., Олейников С.А. Методы и алгоритмы получения режимно-климатических характеристик состояния морской среды в ЕСИМО // Новости ЕСИМО. 2007. Вып. 29. <ftp://meteo.ru/resource/magazine/news29.mht>.
4. Единая система информации об обстановке в Мировом океане. Системный проект. Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2003. 140 с.
5. Fedra K., Jamieson D.G. An object-oriented approach to model integration: a river basin information system example / Kovar K. and Nachtnebel H.P.[ed.] // IANS Publ. 1993. N 235. P. 669–676.

**ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЕСИМО ПОЛУЧЕНИЯ
РЕЖИМНО-СПРАВОЧНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
МОРСКОЙ СРЕДЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ
ДОЛГОПЕРИОДНОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ
УРОВНЯ МОРЯ**

В настоящее время на федеральном уровне в рамках работ по Федеральной целевой программе «Мировой океан» разрабатывается информационная система об обстановке в Мировом океане (ЕСИМО) [6]. Важным аспектом ЕСИМО является применение новых информационных технологий, которые позволяют объединить на функциональном уровне базы данных, модели и методы расчетов, стандарты и руководства, системные и прикладные программы в виде интегрированной информационной среды для получения комплексной информации, необходимой для полноценного обеспечения пользователей. Ниже приведен пример использования одной из технологий ЕСИМО для практических исследовательских целей.

В ряду многих информационных технологий ЕСИМО технология получения режимно-справочных (климатических) характеристик морской среды (РКХ) [3] является базовой технологией. Эта технология предназначена для получения регламентированной обобщенной и справочной информации на основе фондовых данных наблюдений на прибрежных станциях и постах, в открытом море на научно-исследовательских судах (НИС) и попутных судах. Технология РКХ поддерживает весь цикл работ: от проведения комплексной предварительной обработки исходных данных до реализации расчетных сценариев, обеспечивающих получение стандартизированной выходной продукции.

Для проведения расчетов по исследованию многолетней изменчивости уровня арктических морей были использованы возможности технологии РКХ.

Отметим, что многолетняя изменчивость высот уровня моря может служить показательной характеристикой региональных режимных особенностей. Под действием целого ряда астрономических, гидродинамических и гидрометеорологических факторов

различных временных масштабов уровень моря подвержен значительным периодическим и непериодическим (случайным) колебаниям. Наибольшая изменчивость высот уровня моря связана с постоянными приливными и случайными сгонно-нагонными явлениями, последние из которых могут носить катастрофический характер. К менее значительным по размаху колебаниям относятся сезонные и многолетние изменения уровенной поверхности моря.

В последнее время актуальным стал вопрос глобального потепления климата, особенно в арктическом регионе. Очевидно, что косвенным признаком такого процесса может служить тенденция к повышению среднегодовых высот уровня арктических морей, связанного в основном с усилением таяния ледового покрова. Достаточно указать, что границы морских льдов в Арктике смещались на 12° широты, а площадь морских льдов в Северном полушарии в последнее время изменялась в пределах примерно от 5 до 30 млн км² [1]. В 2007 году арктической экспедиции «Арктика-2007» [7] удалось зафиксировать масштабное очищение ото льда бассейна Северного Ледовитого океана (СЛО): кромка льда в восточном секторе Арктики поднялась к северу вплоть до 85° с. ш., т.е. полностью очистились Восточно-Сибирское и Чукотское моря.

Для оценки многолетней изменчивости уровня арктических морей авторами были проведены расчеты тренда многолетнего хода среднегодовых высот уровня моря на сети прибрежных гидрометеорологических станций (ГМС) арктического бассейна. Используя технологию РКХ были проведены работы по контролю исходных данных на предмет изменения «нуля поста», поэтапное осреднение данных наблюдений на ГМС/ГМП, расчет различных статистических характеристик и получение выходной продукции в табличном и графическом видах.

Всего в обработку были включены 16 материковых и островных станций Карского моря (7 ГМС), моря Лаптевых (4 ГМС), Восточно-Сибирского (3 ГМС) и Чукотского (2 ГМС) морей, период наблюдений на которых составил не менее 20–30 лет (табл. 1). Из расчетов были исключены станции с короткими (менее 15 лет) рядами наблюдений и с большими пропусками данных [4].

Расчеты уровенных трендов производились по методике [3] на основе временных рядов среднегодовых значений уровня моря, полученных в свою очередь по данным срочных наблюдений на ГМС за периоды, указанные в табл. 1.

Таблица 1

Сведения о ГМС арктического бассейна,
использованных в расчетах

Море	ГМС	Период обработки, годы	Тренд, см
Карское	Амдерма	1982–2006	+22
Карское	Сопочная Карга	1985–2006	+9
Карское	Стерлигова	1977–2006	+10
Карское	м. Челюскина	1977–2006	+15
Карское	о-ва Известий ЦИК	1977–2006	+14
Карское	о. Визе	1977–2006	+2
Карское	м. Голомянный	1977–2006	+6
Лаптевых	о. Дунай	1977–2006	+17
Лаптевых	Бухта Тикси	1977–2006	+14
Лаптевых	о. Котельный	1982–2006	+8
Лаптевых	пр. Санникова	1982–2006	+4
В.-Сибирское	Бухта Амбарчик	1986–2006	+23
В.-Сибирское	о. Айон	1986–2005	+17
В.-Сибирское	Певек	1986–2006	+9
Чукотское	о. Врангеля	1977–2006	+22
Чукотское	м. Ванкарем	1986–2006	+14

Анализ результатов показал, что в районах преобладающего большинства обработанных станций в той или иной степени прослеживается тенденция к повышению среднегодовых высот уровня моря.

В целом по результатам расчетов размах многолетней изменчивости положительного тренда уровенной поверхности на арктических морях за исследуемый период (1977–2006 гг.) составил от 2 до 23 см.

На сети станций Карского моря отмечается многолетний рост уровня моря от 2 (ГМС о. Визе за период 1977–2006 гг.) до 22 см (ГМС Амдерма за период 1982–2006 гг.). Естественно, характеристики трендов в рядах гидрометеорологических параметров существенно зависят от того, какой фрагмент общего процесса

используется в расчетах. И чем короче этот фрагмент, тем более вероятно, что оценки тренда завышаются или занижаются.

Рис. 1 иллюстрирует результаты расчетов по станции Амдерма. Кривая на графике показывает размах временной изменчивости среднегодового уровня моря за многолетний период, который составил 30 см (минимальное среднегодовое значение – 446 см, максимальное – 476 см в Балтийской системе высот). Прямая на графике аппроксимирует трендовую составляющую.

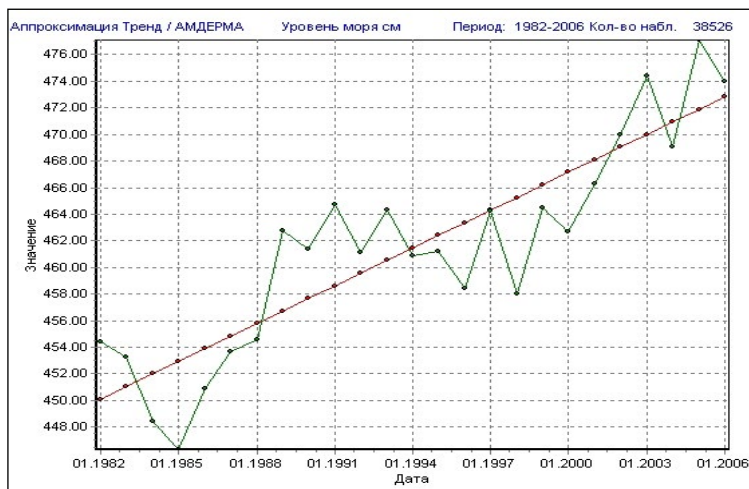


Рис. 1. Многолетний ход уровня моря на ГМС Амдерма

На всех станциях моря Лаптевых также отмечается положительный тренд уровня в пределах от 4 (на ГМС пр. Санникова) до 17 см (на ГМС о. Дунай).

Пример многолетнего хода уровня моря на станции о. Котельный приведен на рис. 2. Трендовая составляющая за многолетний период (1982–2006 гг.) характеризует повышение уровня поверхности здесь на 8 см (при размахе колебаний его среднегодовых значений, равном 40 см).

Тенденция к росту среднегодовых высот уровня прослеживается и на сети ГМС Восточно-Сибирского моря. В этом регионе отмечается самый большой тренд в многолетней изменчивости уровня, составляющий 23 см на ГМС Бухта Амбарчик (рис. 3) при размахе колебаний его среднегодовых значений на этой станции, равном 42 см.

По Чукотскому морю в обработку были включены две ГМС, по которым имелись ряды наблюдений длиной не менее 20 лет. На обеих станциях, как и на станциях других арктических морей, прослеживается положительный тренд уровня моря (14 см – на ГМС м. Ванкарем и 22 см – на ГМС о. Врангеля).

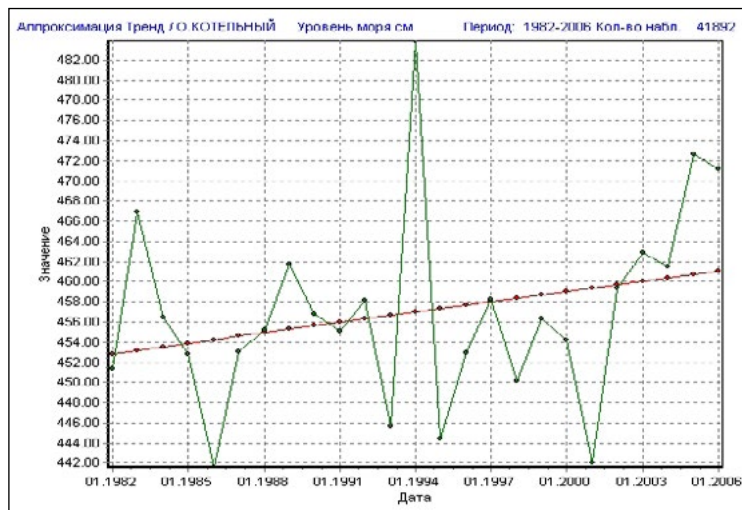


Рис. 2. Многолетний ход уровня моря на ГМС о. Котельный

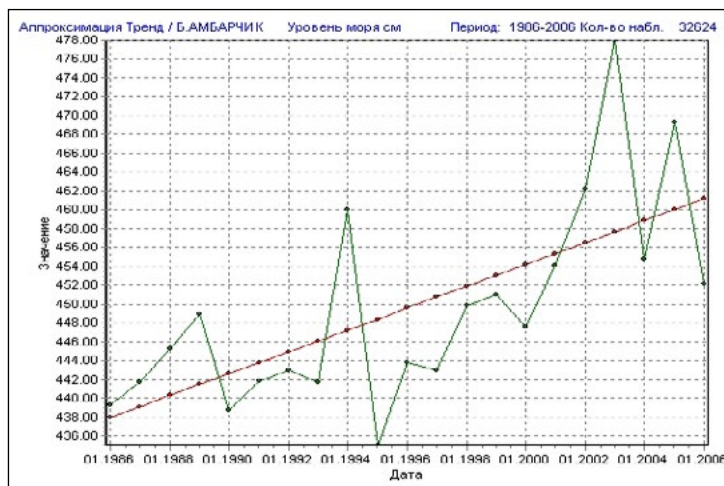


Рис. 3. Многолетний ход уровня моря на ГМС Бухта Амбарчик

В целом результаты расчета многолетнего хода уровня моря по выбранным гидрометеорологическим станциям арктического бассейна, проведенного на основе информационной базы технологии РКХ, свидетельствуют о тенденции его повышения под действием определенных природных факторов. Можно предположить, что одним из таких факторов может быть усиление процесса таяния арктических льдов в результате глобального потепления климата.

Известно [7], что за последнее столетие (1907–2006 гг.) изменение средней глобальной температуры воздуха составило 0,74 °C, причем линейный тренд температуры в последние 50 лет (0,13 °C за десятилетие) почти вдвое превышал соответствующее значение для столетия.

Согласно наблюдениям с 1961 г., повышение средней температуры Мирового океана проникло до глубины 3 км. Поглощение более 80% дополнительного тепла из атмосферы приводит к термическому расширению воды в океане, которое, наряду с таянием ледников и ледяных щитов, приводит к повышению среднего уровня моря.

В течение XX века подъем среднего уровня моря составил 0,17 м. За период спутниковых наблюдений (с 1978 г.) произошло значительное сокращение ледяного покрова океана в Северном полушарии, в летние месяцы составившее в среднем 7,4% за десятилетие. А по данным российской научной дрейфующей станции «Северный полюс-35» (СП-35), в 2007 году в арктическом бассейне СЛО площадь ледяного покрова за минувшее лето сократилась на рекордную за последние годы величину [6].

С другой стороны, в 2008 году в Арктике площадь ледового покрова выросла в среднем на 315 тыс. кв. км, по сравнению с летним периодом 2007 года [6]. То есть проявляется нестабильность в межгодовой изменчивости этого фактора.

В настоящее время существует две основные гипотезы истинных причин подобных изменений: первая – глобальное потепление климата, вторая – циклические колебания.

Сторонники глобального потепления утверждают [6], что сокращение площади ледяного покрова – это прямое следствие потепления.

Сторонники теории циклических колебаний ледовитости считают [6], что площади льдов присущи средние многолетние нормы и естественные колебания около этих норм.

Для более детального выявления причинно-следственных связей этого явления следует провести анализ изменчивости за длительный период других параметров природной среды исследуемого региона, например температуры воздуха, температуры воды, осадков, материкового стока в районах ГМС, и других характеристик. С этой целью авторами была предпринята попытка провести экспресс-анализ многолетнего хода одного из этих параметров, в частности температуры воды на соответствующих прибрежных станциях.

В результате выявилась почти повсеместная закономерность в изменчивости температурного поля в районах ГМС, заключающаяся в небольшом повышении (от 0,1 до 0,5 °C) температуры воды за 25–30-летний период наблюдений. Иллюстрацией этому результату служит приведенный на рис. 4 график изменчивости многолетнего хода температуры воды на станции Певек Восточно-Сибирского моря за период 1977–2006 гг. и график аппроксимации линейного тренда.

В конечном итоге следует признать факт положительного тренда в многолетних колебаниях уровня моря на сети станций арктического региона. Такой же тренд присутствует в рядах наблюдений за температурой воздуха и температурой воды.

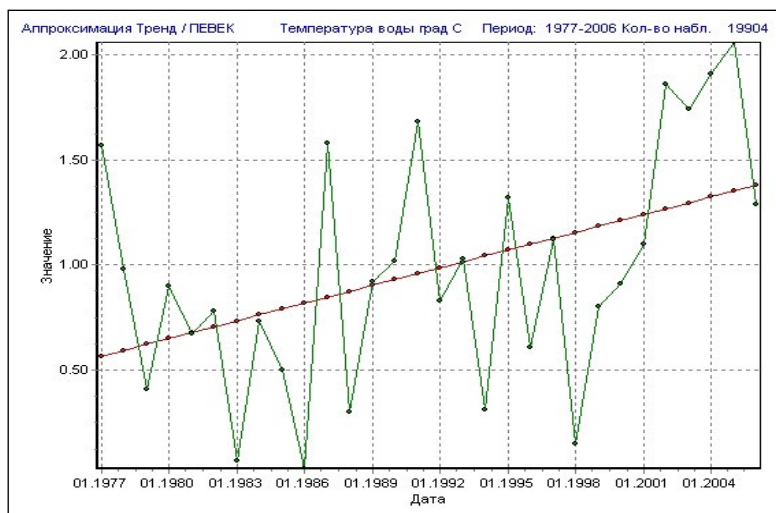


Рис. 4. Многолетний ход температуры воды на ГМС Певек

Однако однозначно принять версию глобального потепления было бы несколько поспешно. Весьма высока вероятность того, что климатические изменения в Арктике имеют полициклический характер.

Для окончательных выводов, полученных по натурным данным, на наш взгляд, необходимо максимально пополнить временные ряды наблюдений за гидрометеорологическими параметрами и выполнить их всесторонний научный анализ.

Список литературы

1. Анисимова А. Меняющаяся Арктика. Ледяной покров в Северном Ледовитом океане отступает к полюсу // Российская газета Поморский край № 4488 от 10 октября 2007 г.
2. Воронцов А. А. Обработка гидрометеорологической информации в единой информационной системе обстановки в Мировом океане для получения стандартной выходной продукции // Новые информационные технологии. Сборник трудов Седьмой Всероссийской научно-технической конференции (Москва, 26 апреля 2005 г.). М.: МГАПИ, 2005. С. 27–32.
3. Воронцов А. А., Михайлов Н. Н., Олейников С. А., Ульянич И. Г. Режимно-справочный банк данных «Океанография – моря СССР». Методическое, программное и информационное обеспечение получения климатических характеристик для исследования изменчивости гидрометеорологического и гидрохимического режима морей. Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД. 1990. 92 с.
4. Гутер Р. С., Овчинский Б. В. Элементы численного анализа и математической обработки результатов опыта. М.: Наука, 1970. 432 с.
5. Единая государственная информационная система об обстановке в Мировом океане (ЕСИМО). Системный проект. Обнинск: ГУ «ВНИИГМИ-МЦД». 2007. 78 с.
6. Чернышева Л. С. Оледенения, арктические льды и климат // <http://www.dvgu.ru/meteo/Intra/ChernLect.html>.
7. Четвертый оценочный доклад МГЭИК «Изменение климата-2007» IPCC WG1 AR4 Report // <http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/wg1-report.html>.

МЕТОДИКА И СРЕДСТВА СРАВНЕНИЯ ДВУХ РАЗЛИЧАЮЩИХСЯ ВЕРСИЙ МНОГОФАЙЛОВЫХ ЯОД-АРХИВОВ

Введение

В процессе ведения Госфонда нередко возникают различные версии одного и того же архива. Например, многим управлениям гидрометслужбы в свое время были предоставлены копии ЯОД-архива 8-срочных метеорологических данных Восход (по их территории). В некоторых из УГМС осуществлялось визуальное сравнение данных архива с хранящимися у них таблицами наблюдений, по результатам которого проводилась корректировка архива. В результате возникает версия части архива Восход, отличающаяся от хранящейся во ВНИИГМИ-МЦД. В данной статье приведены методика и результаты анализа одной из подобных ситуаций: анализу и сравнению с данными архива Восход ВНИИГМИ-МЦД подвергались полученные из Западно-Сибирского УГМС 8-срочные данные по 60 станциям этого управления за 1966–1984 гг. Общий объем данных – 374 Мб. Формат данных совпадает с форматом ЯОД-архива Восход. Единственная особенность – наличие символов конца строки (перевод строки и возврат каретки) в конце каждой записи.

Анализ и сравнение данных выполнялись с помощью технологий Аисори [1–3], реализующих массовые и интерактивные методы работы с ЯОД-архивами:

АИСОРИ – Вебрь

АИСОРИ – АРМ ЯОД-архив

АИСОРИ – Просмотр и корректировка ЯОД-файлов

АИСОРИ – Интерактивное сравнение и слияние ЯОД-файлов.

Сведения об этих технологиях имеются на сайте ВНИИГМИ-МЦД (<http://meteo.ru/tech/aisori.php>).

Кондиционирование данных

Исправление дефектов формата данных. С целью выявления ошибок формата была выполнена *полная выборка данных из всех файлов архива в один файл* при включенных режимах:

- выводить только записи с ошибками структуры и преобразования форматов;
- включать в выходную запись Имя входного файла с расширением;
- выводить параметры идентификации записи (порции) в файле (номер записи, шестнадцатиричное смещение от начала файла).

Протокол выборки показывает, что в одном файле **Ri559827.txt** обнаружена ошибка структуры и в четырех файлах – **Ri525828.txt**, **Ri528798.txt**, **Ri538836.txt**, **Ri538869.txt** – по одной ошибке формата элементов. Дефектные записи можно увидеть в выходном файле, где ошибки в форматах элементов отмечены квадратиками (□) (код символа 7F).

Ошибка структуры в файле **Ri559827.txt** является следствием появления укороченной и явно дефектной (почти одни нули) записи с номером 27505 (длина 119 вместо 122), после чего произошел сдвиг данных до конца файла. Дефектная запись вида

*975060000000000 ... 0

была удалена.

Ошибки форматов элементов в четырех файлах были исправлены (см. табл. 1). В двух случаях значения элементов были восстановлены по контексту, в двух других данные заменены константами отсутствия.

Таблица 1

Исправление ошибок формата

Имя файла	Признаки	Элемент	Значение	
			Старое	Новое
Ri525828.txt	1968 12 21 04	Тенд. барометр – вид кри- вой и Q	? 0	9 9
Ri528798.txt	1971 01 06 24	Атм. давление на уровне моря	10.59	10359
Ri538836.txt	1970 07 06 23	Относит. влажность и Q	76 /	76 0
Ri538869.txt	1976 04 15 02	Состояние поверхности почвы и Q	+ 0	9 9

Повторная проверка показала, что все дефекты структуры были устранены.

Проверка и устранение дефектов временных признаков (дата и время). Проверка правильности дат и сроков и упорядоченности данных выполнялась с помощью компонента

АИСОРИ–Вебрь. Получение справки о пропусках сроков, который, кроме своей основной функции (получение сведений о полноте данных с точностью до срока), выполняет необходимые проверки. Из протокола работы программы видно, что в шести файлах обнаружены ошибки в датах и сроках (см. табл. 2).

Таблица 2

Ошибки в датах и сроках

Имя файла	Дата : срок	Тип ошибки
Ri500887.txt	1970.03.01:02	Ошибка срока
Ri525828.txt	1966.10.31:10	Ошибка срока
Ri538823.txt	1969.08.20:08	Ошибка срока
Ri538849.txt	1971.02.29:03	Ошибка дня
Ri559800.txt	1980.03.00:00	Ошибка дня
Ri599819.txt	1971.00.31:21	Ошибка месяца
	1971.14.18:15	Ошибка месяца

Записи с ошибочными датами или сроками в шести файлах были удалены. Для скорректированных шести файлов была проведена повторная проверка дат, которая показала, что ошибок в датах теперь нет. Видно также, что в четырех файлах – **Ri500887.txt, Ri525828.txt, Ri538823.txt, Ri599819.txt** – вообще нет пропусков в сроках, так что удаленные записи действительно были лишними.

Пропуски сроков в двух других файлах – **Ri538849.txt, Ri559800.txt** – относятся к иным годам (1973 г. и 1981 г.), чем удаленные записи (1971 г. и 1980 г.). Таким образом, и в этом случае удаленные записи были лишними.

Получение справки о пропусках сроков. Справка о пропусках сроков во всех 60 файлах была получена с помощью той же программы, которая использовалась в п. 2.2. Результаты работы этой программы содержатся в двух файлах. В первом файле – начало и окончание наблюдений для каждого файла (с точностью до года и месяца), полное число сроков на этом интервале, число пропущенных сроков и полнота файла в %. Видно, что пропущенные сроки имеются в 16 файлах, их общее число – 31606. Во втором файле содержатся детальные сведения обо всех пропущенных сроках (год, месяц, день, срок).

Наиболее крупные пропуски (годы и месяцы, 29818 пропущенных сроков) имеются в файле **Ri545823.txt**. Пропуски отдельных месяцев имеются в файлах **Ri536889.txt**, **Ri538849.txt**, **Ri559827.txt** и **Ri575809.txt**. В остальных файлах пропуски измеряются днями и сроками.

Исправление ошибок в константах отсутствия. В некоторых файлах архива Восход имеются ошибки в задании констант отсутствия для температур воздуха, поверхности почвы и точки росы (например, вместо 9999 для температуры воздуха задано s999, где s – пробел, плюс или минус).

Исправление указанных ошибок выполнялось с помощью компонента **АИСОРИ–Вебрь «Исправление СА (Восход)»**. Протокол работы показывает, что исправления были сделаны в пяти файлах:

Таблица 3

Исправление ошибок в константах отсутствия

Имя файла	Число ошибок
Ri534826.txt	1
Ri543835.txt	3
Ri520860.txt	3
Ri533808.txt	7
Ri548847.txt	994
Итого	1008

Контроль значений элементов на допустимые пределы.

В процессе контроля значений элементов с помощью компонента **АИСОРИ – Вебрь «Тестирование ЯОД-файлов»** проверяется:

- 1) Правильность формата для всех элементов;
- 2) Упорядоченность записей по ключам Год, Месяц, Срок, День;
- 3) Вхождение значений Года в интервал [1966, 1984], Месяца – в интервал [1, 12], Дня – в интервал [1, 31], Срока – в список {0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21};
- 4) Вхождение других 15 элементов в интервалы, указанные в табл. 4.

Интервалы для проверки выбраны довольно грубые и не для всех элементов архива. *Никакого исправления данных в связи с обнаружением этих ошибок не проводилось.*

Таблица 4

Критерии контроля элементов

№	Имя элемента	ЯОД-ия	Условие
1	Год	ГОД	[1966, 1990]
2	Месяц	МЕСЯЦ	[1, 12]
3	Срок	СРОК	[0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21]
4	День	ДЕНЬ	[1, 31]
5	Относительная влажность	ВЛАОТВОМ	[0, 100]
6	Абсолютная влажность	ВЛОАМИМС	[0.0, 95.0]
7	Давление воздуха на уровне моря	ДАУМСРГД	[850.0, 1200.0]
8	Недостаток насыщения	ННЧАМАМС	[0.0, 95.0]
9	Тенденция барометрическая – вид кривой	ТЕМБВИДГ	[0, 8]
10	Величина барометрической тенденции	ТЕМБВЕЛП	[0.0, 20.0]
11	Температура точки росы	ТОЧКАРОР	[-65, 65]
12	Количество общей облачности	ОБЛОКОЛВ	[0, 10]
13	Количество нижней облачности	ОБЛНКОМВ	[0, 10]
14	Направление ветра	ВЕТНАПРД	[0, 36]
15	Скорость ветра	ВЕТСКОРД	[0, 60]
16	Количество осадков	ОСАКОНДГ	[0.0, 500.0]
17	Давление воздуха на уровне станции	ДАВЛАСТМ	[790.0, 1100.0]
18	Температура поверхности почвы	ТЕМПОВПМ	[-65, 65]
19	Температура воздуха	ТЕМВСРСТ	[-65.0, 65.0]

Используемые средства контроля позволяют расширить список проверяемых элементов, выполнить контроль отдельно для каждого месяца, установив соответствующие границы, проконтролировать отдельно группы сходных по климатическим условиям станций и т. п., однако ничего этого не делалось, поскольку подобная работа требует участия специалистов-климатологов.

Протокол общего тестирования (контроля) содержит Таблицу тестирования, в которой для каждого из 60 файлов указано количество обнаруженных ошибок с указанием их типов. Из протокола видно, что ошибок формата и упорядочения нет. Общее число ошибок контроля – 401 в 52 файлах. Тестировались только данные за 1966–1976 гг.

Детальное тестирование файлов отражено в другом протоколе, в котором для каждого файла имеется Таблица ошибок с подробной информацией о каждой из них, в том числе о ее локализации в файле. Пример таблицы ошибок для одного из файлов приведен в табл. 5. Все ошибки имеют один тип – Гран – нарушение границ.

Таблица 5

Таблица ошибок для файла Ri528798.txt

Номер записи	Тип ошибки	Год	Месяц	Срок	День	Элемент	Значение
384	Гран	1966	2	12	24	ВЕТНАПРД	93
2815	Гран	1966	12	12	19	ДАУМСРГД	7961.8
2930	Гран	1967	1	0	10	ДАУМСРГД	345.0
2973	Гран	1967	1	3	22	ДАУМСРГД	10.4
4352	Гран	1967	6	21	14	ДАУМСРГД	1400.2
5331	Гран	1967	10	21	10	ТЕМБВЕЛП	97.0
9698	Гран	1969	4	18	30	ДАВЛАСТМ	95.9
11451	Гран	1969	12	0	11	ДАУМСРГД	1335.6
11660	Гран	1969	12	21	3	ДАУМСРГД	1287.0
13460	Гран	1970	8	6	14	ДАУМСРГД	9900.8
13510	Гран	1970	8	12	2	ДАУМСРГД	104.5
14777	Гран	1971	1	15	14	ТЕМБВЕЛП	98.0
15414	Гран	1971	4	6	26	ДАУМСРГД	0.0
15608	Гран	1971	5	3	9	ТЕМБВЕЛП	22.0
15670	Гран	1971	5	9	9	ТЕМБВЕЛП	38.0
15748	Гран	1971	5	15	25	ТЕМБВЕЛП	22.0
16461	Гран	1971	8	15	2	ТЕМБВЕЛП	23.0
16728	Гран	1971	9	15	26	ТЕМБВЕЛП	24.0
16856	Гран	1971	10	6	2	ТЕМБВЕЛП	32.0
17782	Гран	1972	2	0	6	ВЕТСКОРД	80
17788	Гран	1972	2	0	12	ВЛАОТВОМ	880
17793	Гран	1972	2	0	17	ВЛАОТВОМ	770
17799	Гран	1972	2	0	23	ВЕТСКОРД	70
17806	Гран	1972	2	3	1	ВЕТСКОРД	70
17826	Гран	1972	2	3	21	ВЕТСКОРД	70
20204	Гран	1972	11	21	26	ДАУМСРГД	1235.0
22839	Гран	1973	10	18	13	ОБЛОКОЛВ	80

Сравнение анализируемых данных с архивом Госфонда Восход

Результаты сравнения данных Западно-Сибирского УГМС с данными архива Восход во ВНИИГМИ-МЦД приведены в табл. 6.

Перед проведением сравнения данные Западно-Сибирского УГМС были приведены к формату архива Восход – убраны признаки конца строк и выполнен отбор данных за стандартный для архива Восход период (1966–1976 гг.).

В колонке **(1)** – координатные номера станций, указанные в именах файлов Западно-Сибирского УГМС. Жирным шрифтом выделены координатные номера станций, данных по которым нет в архиве Восход РСБД Метеорология ВНИИГМИ-МЦД.

В колонке **(2)** – имена станций по каталогу станций, используемому в РСБД Метеорология ВНИИГМИ-МЦД. Станций с номерами **5528610** и **5528870** нет в каталоге, поэтому для них вместо имен – пробелы.

В колонках **(3)** и **(4)** – даты первого и последнего наблюдения в файлах Западно-Сибирского УГМС (с точностью до месяца). Жирным шрифтом выделены значения, отличающиеся от стандартных для архива Восход.

Сравнение данных по полноте. В колонках **(5–9)** приведено сравнение файлов Западно-Сибирского УГМС и ВНИИГМИ-МЦД по полноте.

В колонке **(5)** – число сроков наблюдений на интервале, заданном в колонках **(3)** и **(4)**. Стандартное число сроков в архиве Восход – 32144. Жирным шрифтом выделены значения, которые отличаются от стандартного.

В колонке **(6)** – число отсутствующих сроков наблюдений в файлах архива ВНИИГМИ-МЦД [2], в колонке **(7)** – то же для файлов Западно-Сибирского УГМС [1]. Пустыми в колонке **(6)** остались ячейки файлов, которых нет во ВНИИГМИ-МЦД.

В колонке **(8)** – полнота по срокам данных в файлах ВНИИГМИ-МЦД [2] (в процентах), в колонке **(9)** – то же для файлов Западно-Сибирского УГМС [1]. Жирным шрифтом в колонке **(8)** выделены ячейки файлов, которых нет во ВНИИГМИ-МЦД, а в колонке **(9)** – ячейки файлов, в которых имеются пропуски сроков.

Сравнение колонок **(6)** и **(7)**, а также **(8)** и **(9)** показывает, что по 54 станциям, которые есть в обоих архивах, средняя полнота в архиве ВНИИГМИ-МЦД составляет 92,7%, а в архиве Западно-Сибирского УГМС – 99,9%.

Идентификация (сравнение) станций. В записях архива Восход среди ключей (признаков) отсутствует главный – номер станции. Считается, что данные всего файла относятся к станции, номер которой (а иногда – имя) содержится в имени файла. Поскольку файлы архива Восход создавались путем массового ввода перфокартотеки, содержавшей более 100 млн перфокарт, имеются отдельные случаи, когда содержание файлов не соответствует их

именам. Поэтому была разработана методика идентификации (сравнения) данных, которая применяется при включении новых порций данных в основной архив. Эта методика была применена к файлам Западно-Сибирского УГМС.

Методика идентификации (сравнения) двух файлов. Методика идентификации (сравнения) данных состоит в следующем.

Для всех файлов, участвующих в сравнении, с помощью компонента АИСОРИ – Вебрь «Расчет статистик для ЯОД-файла» вычисляются следующие параметры:

$T(y, m)$ – средняя месячная температура воздуха;

$N(y, m)$ – число сроков, по которым выполнен расчет $T(y, m)$.

Здесь y – год (1966–1977), m – месяц (1–12).

1. Невязкой средних месячных температур воздуха для файлов двух сравниваемых файлов (1) и (2) называется

$$D(y, m) = |T^{(2)}(y, m) - T^{(1)}(y, m)|.$$

2. Для каждого файла выполняется отбраковка месяцев по двум критериям – (1) *по полноте данных* и (2) *по несоответствию данных* и определяется число неотбракованных месяцев $N(y)$ для каждого года y .

Критерий отбраковки месяцев по полноте данных. Месяц отбраковывается, если число отсутствующих сроков превышает заданное.

Критерий отбраковки месяцев по несоответствию данных. При сравнении пары файлов месяц отбраковывается, если величина невязки больше заданной. Этот критерий проверяется только для месяцев, прошедших по полноте. Слишком большая величина невязки говорит о наличии грубых ошибок в одном из файлов или о том, что в действительности файлы относятся к разным станциям.

3. Затем выполняется отбраковка годов и определяется число неотбракованных годов nY .

Критерий отбраковки года. Год в целом отбраковывается, если число отбракованных месяцев превышает заданное.

4. Для каждого неотбракованного года y вычисляются минимальная, средняя и максимальная невязки средних месячных температур воздуха:

$$R_{\min}(y) = \min_m D(y, m), \quad R_{\text{av}}(y) = (\sum_m D(y, m)) / N(y), \quad R_{\max}(y) = \max_m D(y, m).$$

При этом в вычислениях участвуют только неотбракованные месяцы года.

5. Наконец, вычисляются минимальная, средняя и максимальная невязки средних месячных температур воздуха:

$$R_{\min} = \underset{y}{\text{Min}} R_{\min}(y), \quad R_{\text{av}} = (\sum_y R_{\text{av}}(y)) / nY, \quad R_{\max} = \underset{y}{\text{Max}} R_{\max}(y).$$

Значения этих трех величин $R_{\min}$, R_{av} , и $R_{\max}$, а также число неотбракованных годов nY служат основанием для вынесения вердикта о том, относятся ли два файла к одной и той же станции.

Программное обеспечение. Сравнение двух множеств файлов. В описанной методике существенно используется компонент АИСОРИ – Вепрь «Расчет статистик для ЯОД-файла», который работает в режиме мультиобработки и может быть применен не только для отдельного файла, но и для всего архива в целом или любой его части.

Собственно сравнение реализовано с помощью специальной программы – «Сравнение среднемесячных статистик элемента», (см. рис. 1). Программа позволяет сравнить два множества файлов, например, файлы, полученные из Западно-Сибирского УГМС (первое множество файлов), с имеющимися во ВНИИГМИ-МЦД файлами архива Восход (второе множество файлов). Программа может работать в двух режимах:

- сравнение файла из первого множества с одноименным файлом из второго множества;
- сравнение некоторого файла из первого множества с каждым из файлов второго множества.

С помощью первого режима можно либо идентифицировать файлы с одинаковыми именами во множествах (1) и (2), как относящиеся к одной станции, либо обнаружить пары файлов, для которых это не верно.

С помощью второго режима для файлов множества (1), не прошедших идентификацию, можно попытаться найти во множестве (2) наиболее похожую станцию, чтобы затем принимать то или иное решение.

Программа использует в качестве вводных два файла: (1) – годовичные средние месячные температуры для файлов Западно-Сибирского УГМС и (2) – аналогичный файл для всего архива Восход ВНИИГМИ-МЦД.

Замечания

1. Программное обеспечение позволяет использовать в качестве множества (2), с которым сравниваются файлы множества (1), не только 8-срочный, но и суточный архив. В этом случае $N(y, m)$ – число суток, по которым выполнен расчет $T(y, m)$. В критерии отбраковки месяцев по полноте данных это число умножается на 8 (число сроков).

2. Вместо температуры воздуха при желании можно использовать любой другой элемент. Температура воздуха удобна тем, что этот элемент есть и в архиве 8-срочных, и в архиве суточных данных.

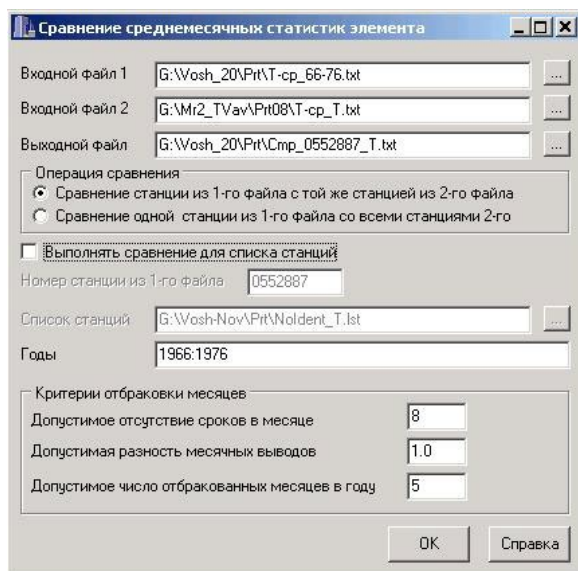


Рис. 1. Интерфейс программы «Сравнение среднемесячных статистик элемента»

Применение методики к идентификации файлов Западно-Сибирского УГМС. Результаты идентификации и сравнения файлов Западно-Сибирского УГМС приведены в колонках (10–14) табл. 6. Сначала были вычислены погодичные среднемесячные температуры для файлов Западно-Сибирского УГМС (**T-cp_66-76.txt**) и ВНИИГМИ-МЦД (**T-cp_T.txt** – архив Восход и **T-cp_SU.txt** – архив Сутки). Затем были выполнены три шага идентификации (сравнения).

Сравнение файлов Западно-Сибирского УГМС и ВНИИГМИ-МЦД

Координатный номер и название станции	Период наблюдений		Число сроков				Полно- та, %	Идентификация (сравнение)						Неиден- тичных записей					
			Всего		Отсутствует			T/S	nY	R _{min} (12)	R _{av} (13)	R _{max} (14)	CA			HeCA			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	[1]	[2]	[1]	[2]	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
5008870	Кош-Агач	1966.01	1976.12	32144	10578	0			67	100	T	8	0,00	0,02	0,06	224	135		
5138570	Шебалино	1970.01	1976.12	20456	2984	0			85	100	T	6	0,00	0,01	0,04	337	1310		
5148780	Бея	1966.01	1976.12	32144	4270	984			86	96	T	9	0,00	0,02	0,05	687	267		
5168230	Курья	1976.01	1976.12	2928	0	0			0	100	S	1	0,09	0,09	0,09	0	0		
5208040	Волчиха	1966.01	1976.12	32144	3108	0			90	100	T	10	0,01	0,04	0,11	134	209		
5208180	Поспелиха	1966.01	1976.12	32144	254	0			99	100	T	11	0,00	0,02	0,05	246	410		
5208600	Горноалтайск, АМСГ	1966.01	1976.12	32144	3604	0			88	100	T	9	0,00	0,03	0,07	367	394		
5237910	Ключи	1966.01	1976.12	32144	6148	0			80	100	T	9	0,00	0,03	0,07	215	147		
5258280	Алейская	1966.01	1976.12	32144	213	0			99	100	T	11	0,00	0,02	0,07	270	1016		
5268520	Бийск	1967.05	1976.12	28264	88	0			99	100	T	9	0,00	0,02	0,04	180	357		
5287980	Благовещенка	1966.01	1976.12	32144	51	2			99	99	T	3	0,01	0,02	0,03	3	5		
5288840	Усть-Кабырза	1966.01	1976.12	32144	117	0			99	100	T	7	0,01	0,03	0,07	115	259		
5318230	Ребриха	1966.01	1976.12	32144	120	0			99	100	T	11	0,00	0,02	0,05	152	337		
5338080	Баево	1966.01	1976.12	32144	305	0			99	100	T	11	0,00	0,03	0,06	128	276		
5348260	Шелаболиха	1966.01	1976.12	32144	3144	0			90	100	T	10	0,00	0,02	0,07	300	99		
5368890	Лужба	1969.07	1976.12	21928	10732	786			55	96	T	3	0,00	0,02	0,05	27	157		
5378810	Междуреченск	1966.01	1976.12	32144	6014	0			81	100	T	9	0,00	0,03	0,06	653	131		
5388130	Камень-на-Оби	1966.01	1976.12	32144	218	0			99	100	T	11	0,00	0,03	0,07	223	2411		
5388230	Сузун	1966.01	1976.12	32144	122	0			99	100	T	11	0,00	0,02	0,05	564	220		
5388360	Тальменка	1966.01	1976.12	32144	116	0			99	100	T	11	0,00	0,01	0,05	95	405		

Продолжение табл. 6

Координатный номер и название станции	Период наблюдений		Число сроков				Полно- та, %	Идентификация (сравнение)					Неидентич- ных запи- сей				
			Всего		Отсутствует			R _{av}	R _{max}								
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	[2]	[1]	[2]	[1]	T/S	nY	R _{min}	R _{av}	R _{max}	CA
5388690	Новокузнецк	1967.07	1976.12	27776	3066	0	86	100	T	6	0,01	0,03	0,06	440	134		
5408670	Киселевск	1966.01	1976.12	32144	474	0	98	100	T	10	0,01	0,03	0,08	469	302		
5438350	Посевная	1966.01	1976.12	32144	119	0	99	100	T	10	0,00	0,02	0,07	40	75		
5458230	О. Дальний	1966.06	1976.07	29712		16906	0	43	?					0	0		
5477660	Чистоозерное	1966.01	1976.12	32144	230	0	99	100	T	11	0,00	0,02	0,08	85	207		
5478330	Искитим	1971.01	1976.12	17536	1012	0	94	100	T	6	0,00	0,01	0,02	78	252		
5478380	Летостаево	1966.01	1976.12	32144	245	1	99	99	T	10	0,01	0,03	0,06	132	214		
5488290	ОбскаяГМО	1966.01	1976.12	32144	14927	1	43	99	T	4	0,00	0,01	0,02	31	49		
5488470	Коурак	1966.01	1976.12	32144	179	0	99	100	T	10	0,01	0,03	0,07	214	249		
5498290	Учебная ГМС	1966.01	1976.12	32144	63	0	99	100	T	6	0,00	0,02	0,03	300	70		
5498570	Промышленная	1966.01	1976.12	32144	3285	0	89	100	T	9	0,00	0,02	0,05	197	336		
5507790	Квашино	1966.01	1976.12	32144	243	0	99	100	T	11	0,00	0,01	0,03	204	254		
5508220	Коченево	1966.01	1976.12	32144	127	0	99	100	T	11	0,00	0,02	0,04	114	158		
5518090	Чулым	1966.01	1976.12	32144	460	0	98	100	T	10	0,00	0,02	0,04	128	178		
5527600	Татарск	1966.01	1976.12	32144	295	0	99	100	T	10	0,00	0,02	0,05	64	138		
5528030	Каргат	1966.01	1976.12	32144	461	0	98	100	T	11	0,01	0,03	0,05	381	190		
5528610		1966.01	1966.03	720		0	0	100	?					0	0		
5528870		1966.01	1976.12	32144		0	0	100	T*	8	0,00	0,03	0,05	269	400		
5537680	Чаны	1966.01	1976.12	32144	282	0	99	100	T	11	0,00	0,02	0,04	545	206		
5537960	Убинское	1966.01	1976.12	32144	3209	5	89	99	T	9	0,00	0,03	0,05	243	195		
5538360	Мошково	1966.01	1976.12	32144	663	0	97	100	T	11	0,00	0,02	0,04	255	167		
5558160	Пеньки	1966.01	1976.12	32144	275	0	99	100	T	11	0,00	0,03	0,13	163	138		

Координатный номер и название станции		Период наблюдений		Число сроков				Полно- та, %		Идентификация (сравнение)						Неидентич- ных запи- сей			
				Всего		Отсутствует													
						[2]	[1]											[7]	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	[2]	[1]	[8]	[9]	[10]	[11]	R _{min}	R _{av}	R _{max}	CA	HeCA	(15)	(16)
5567530	Еланское	1966.01	1973.09	22640	327	0	98	100	T	6	0,00	0,03	0,05	1474	1545				
5567570	Усть-Тарка	1973.10	1976.12	9504	29	0	99	100	T	3	0,01	0,01	0,03	7	11				
5577910	Чумаково	1966.01	1976.12	32144	181	3	99	99	T	11	0,00	0,03	0,07	106	242				
5578440	Болотное	1966.01	1976.12	32144	196	0	99	100	T	11	0,00	0,02	0,03	181	99				
5598000	Крещенка	1966.01	1976.12	32144	3117	17	90	99	T	10	0,00	0,02	0,10	83	237				
5598270	Пихтовка	1966.01	1976.12	32144	477	0	98	100	T	11	0,01	0,04	0,08	124	197				
5638400	Кожевниково	1966.01	1976.12	32144	3262	0	89	100	T	10	0,00	0,04	0,12	838	538				
5738140	Парбиг	1966.01	1976.12	32144	216	0	99	100	T	11	0,00	0,03	0,08	264	379				
5758090	Кенга	1966.01	1976.12	32144		235	0	99	S	9	0,00	0,04	0,14	0	0				
5768380	Молчаново	1966.01	1976.12	32144	3248	0	89	100	T	10	0,00	0,03	0,06	354	134				
5787730	Майск	1966.01	1976.12	32144	3185	0	90	100	T	10	0,02	0,03	0,05	1462	287				
5788270	Подгорное	1975.01	1976.12	5848		0	0	100	S	1	0,01	0,01	0,01	0	0				
5828060	Старица	1966.01	1976.12	32144	3293	0	89	100	T	10	0,00	0,03	0,05	150	185				
5848510	Белый Яр, АМСГ	1966.01	1976.12	32144	6039	0	81	100	T	9	0,00	0,03	0,07	196	193				
5868670	Степановка	1973.01	1976.12	11688	69	30	98	99	T	2	0,02	0,02	0,02	3	8				
5878150	Парабель	1966.01	1976.12	32144	3112	0	89	100	T	9	0,00	0,03	0,06	296	142				
5998190	Напас	1966.01	1976.12	32144	3374	0	89	100	T	9	0,01	0,03	0,06	441	617				

При этом использовались следующие параметры критериев отбраковки месяцев и лет:

Допустимое отсутствие сроков в месяце	8
Допустимая разность месячных выводов	1,0
Допустимое число отбракованных месяцев в году	5

Шаг 1. На этом шаге проводилась идентификация данных сравнением файлов по станциям с одинаковыми номерами из множества файлов Западно-Сибирского УГМС и архива Восход ВНИИГМИ-МЦД. Эти данные отмечены символом **T** в колонке **(10)**. Полный протокол идентификации показывает, что на этом шаге успешно идентифицированы 54 файла (станций) из 60. При этом идентификацию следует считать надежной:

$$R_{\min} \leq 0,02, \quad R_{\text{av}} \leq 0,04, \quad R_{\max} \leq 0,13.$$

При этом число неотбракованных лет **nY** для большинства станций ≥ 9 (из 11). Меньшее число неотбракованных лет для некоторых станций связано с отсутствием данных в архиве Восход, в чем можно убедиться из протокола.

Шаг 2. Для шести файлов (станций), не идентифицированных на шаге 1, проводилась идентификация данных сравнением этих файлов с соответствующими файлами суточного архива ВНИИГМИ-МЦД. Эти данные отмечены символом **S** в колонке **(10)**. Полный протокол идентификации показывает, что на этом шаге успешно идентифицированы 3 файла (выделены жирным) (станций) из 6. При этом для двух файлов идентификацию следует считать надежной:

$$R_{\min} \leq 0,01, \quad R_{\text{av}} \leq 0,04, \quad R_{\max} \leq 0,14.$$

Число неотбракованных лет **nY** соответствует наличию данных в архивах. Для станции **0516823** $R_{\min} = R_{\text{av}} = R_{\max} = 0,09$, однако, соответствующий файл содержит данные лишь за один год.

Шаг 3. Для трех файлов (станций), не идентифицированных на предыдущих шагах, проводилась идентификация данных сравнением этих файлов со *всеми* файлами архива Восход ВНИИГМИ-МЦД.

Из протокола сравнения для станции **0552887**, а также из табл. 6 видно, что имеется хорошее согласие с данными ВНИИГМИ-МЦД по станции **5528770** Центральный рудник. Для двух других станций в архивах ВНИИГМИ-МЦД не нашлось аналогов.

Сравнение данных по содержанию и качеству. Визуальное сравнение файлов по одной из станций (**5258280** Алейская) с помощью программы «АИСОРИ – Интерактивное сравнение и слияние ЯОД-файлов» показано на рис. 2. Слева – файл Западно-Сибирского УГМС, справа – файл архива Восход ВНИИГМИ-МЦД. Программа расцветчивает неидентичные значения элементов. На рисунке показаны только записи, различающиеся в этих двух файлах. Сиреневым шрифтом показаны значения элементов, которые в другом файле – константы отсутствия (синие). Красным шрифтом показаны различающиеся значения элементов.

Общие ключи	G:\Vosh_270Data6-7\10525828.2	G:\M2_Tve\AT\10525828.2
971 2 10 5	80 0 0 0 1043.4 0 0 2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -26 0	9 9 1043.4 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
971 2 10 6	77 0 1 0 0 1031.6 0 0 6 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -16 0	9 9 1031.6 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
971 2 10 7	74 0 1 6 0 1021.3 0 0 6 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -16 0	9 9 1021.3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
971 2 10 8	78 0 2 3 0 1019.4 0 0 6 0 2 0 0 0 0 0 0 0 0 -13 0	9 9 1019.4 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
971 2 10 9	83 0 3 2 0 1022.7 0 0 6 0 6 0 0 0 0 0 0 0 0 -9 0	9 9 1022.7 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
971 2 10 10	85 0 2 5 0 1017.7 0 0 6 0 3 0 0 0 0 0 0 0 0 -12 0	9 9 1017.7 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
971 2 10 11	74 0 1 7 0 1035.0 0 0 6 0 2 0 0 0 0 0 0 0 0 -16 0	9 9 1035.0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
971 2 10 12	74 0 2 6 0 1027.3 0 0 6 0 6 0 0 0 0 0 0 0 0 -15 0	9 9 1027.3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
971 2 10 13	80 0 1 0 0 1031.9 0 0 1 0 2 0 0 0 0 0 0 0 0 -24 0	9 9 1031.9 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
971 2 10 14	78 0 1 0 0 1031.6 0 0 2 0 7 0 0 0 0 0 0 0 0 -23 0	9 9 1031.6 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
971 2 10 15	76 0 1 1 0 1031.6 0 0 3 0 2 0 0 0 0 0 0 0 0 -22 0	9 9 1031.6 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
971 2 10 16	75 0 1 2 0 1029.4 0 0 4 0 7 0 0 0 0 0 0 0 0 -20 0	9 9 1029.4 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
971 2 10 17	78 0 1 4 0 1028.0 0 0 3 0 7 0 0 0 0 0 0 0 0 -20 0	9 9 1028.0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
971 2 10 18	87 0 2 0 0 1017.1 0 0 6 0 4 0 0 0 0 0 0 0 0 -18 0	9 9 1017.1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
971 2 10 19	75 0 1 0 0 1014.8 0 0 4 0 2 0 0 0 0 0 0 0 0 -22 0	9 9 1014.8 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
971 2 10 20	977 0 0 8 0 1028.2 0 0 3 0 2 0 0 0 0 0 0 0 0 -24 0	9 9 1028.2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
971 2 10 21	974 0 0 7 0 1039.0 0 0 6 0 2 0 0 0 0 0 0 0 0 -24 0	9 9 1039.0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
971 2 10 22	980 0 1 5 0 1036.7 0 0 4 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -18 0	9 9 1036.7 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
971 2 10 24	977 0 0 8 0 1030.2 0 0 3 0 2 0 0 0 0 0 0 0 0 -23 0	9 9 1030.2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
971 2 10 25	974 0 0 5 0 1031.3 0 0 6 0 2 0 0 0 0 0 0 0 0 -20 0	9 9 1031.3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
971 2 10 26	975 0 0 7 0 1027.1 0 0 6 0 3 0 0 0 0 0 0 0 0 -26 0	9 9 1027.1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
971 2 10 27	970 0 0 7 0 1032.5 0 0 3 0 4 0 0 0 0 0 0 0 0 -27 0	9 9 1032.5 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
971 2 10 28	971 0 0 6 0 1039.2 0 0 6 0 2 0 0 0 0 0 0 0 0 -20 0	9 9 1039.2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
971 3 9 8	ВЛАЖНОСТЬ -	9 9 1048.6 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
971 3 9 10	Относительная влажность, %	67 0 7 4 0 1004.8 0 3 6 0 2 0 0 0 0 0 0 0 0 3 0
971 5 12 10	92 0 10 7 0 1003.1 0 0 0 0 9 0 0 0 0 0 0 0 0 7 1 0	92 0 10 7 0 1003.1 0 0 0 0 9 0 0 0 0 0 0 0 0 7 1 0
971 5 10 8	61 0 8 6 0 1005.7 0 5 3 0 7 0 0 1 3 0 0 0 0 0 98 0 0	61 0 8 6 0 1005.7 0 5 3 0 7 0 0 1 3 0 0 0 0 0 98 0 0
971 6 1 11	48 0 10 0 0 1012.7 0 10 6 0 7 0 0 0 9 0 0 0 0 0 7 0	48 0 10 0 0 1012.7 0 10 6 0 7 0 0 0 9 0 0 0 0 0 7 0
971 7 3 20	92 0 10 5 0 1011.2 0 0 1 6 0 3 0 0 0 2 0 0 0 0 0 16 0	92 0 10 5 0 1011.2 0 0 1 6 0 3 0 0 0 2 0 0 0 0 0 16 0
971 8 3 25	86 0 12 4 0 1010.0 0 0 2 0 0 2 0 0 0 1 0 0 0 0 0 98 0 0	86 0 12 4 0 1010.0 0 0 2 0 0 2 0 0 0 1 0 0 0 0 0 98 0 0
971 10 3 29	86 0 7 6 0 1006.4 0 1 2 0 7 0 0 0 4 0 0 0 0 0 9 0 0 3 0	86 0 7 6 0 1006.4 0 1 2 0 7 0 0 0 4 0 0 0 0 0 9 0 0 3 0
971 10 6 4	80 0 7 6 0 1015.9 0 1 9 0 2 0 0 1 9 0 0 0 0 0 98 0 0	80 0 7 6 0 1015.9 0 1 9 0 2 0 0 1 9 0 0 0 0 0 98 0 0
971 12 0 20	81 0 2 2 0 1029.8 0 0 4 0 3 0 0 0 9 0 0 0 0 0 23 0 0 -14 0	81 0 2 2 0 1029.8 0 0 4 0 3 0 0 0 9 0 0 0 0 0 23 0 0 -14 0
972 2 12 29	66 0 2 3 0 1027.3 0 1 2 0 2 0 0 0 7 0 0 0 0 0 98 0 0 -13 0	66 0 2 3 0 1027.3 0 1 2 0 2 0 0 0 7 0 0 0 0 0 98 0 0 -13 0
972 3 12 29	80 0 6 3 0 1026.1 0 1 5 0 2 0 0 1 7 0 0 0 0 0 98 0 0	80 0 6 3 0 1026.1 0 1 5 0 2 0 0 1 7 0 0 0 0 0 98 0 0
972 5 0 11	58 0 7 6 0 1014.1 0 0 5 0 2 0 0 0 2 0 0 0 0 0 23 0 0 6 0	58 0 7 6 0 1014.1 0 0 5 0 2 0 0 0 2 0 0 0 0 0 23 0 0 6 0
972 5 9 14	81 0 15 2 0 1009.5 0 3 7 0 4 0 0 0 0 0 0 0 0 97 0 0 17 0 0 13 0	81 0 15 2 0 1009.5 0 3 7 0 4 0 0 0 0 0 0 0 0 97 0 0 17 0 0 13 0
972 5 12 30	45 0 14 3 0 1012.5 0 17 0 0 7 0 0 1 6 0 0 0 0 0 11 1 0 12 0	45 0 14 3 0 1012.5 0 17 0 0 7 0 0 1 6 0 0 0 0 0 11 1 0 12 0
972 6 10 15	81 0 12 1 0 1007.3 0 2 8 0 7 0 0 2 0 0 0 0 0 98 0 0 10 0	81 0 12 1 0 1007.3 0 2 8 0 7 0 0 2 0 0 0 0 0 98 0 0 10 0
972 7 6 19	71 0 15 1 0 1007.0 0 6 1 0 7 0 0 0 4 0 0 0 0 0 98 0 0 0 0	71 0 15 1 0 1007.0 0 6 1 0 7 0 0 0 4 0 0 0 0 0 98 0 0 0 0
972 7 9 21	71 0 20 2 0 1006.6 0 8 3 0 2 0 0 0 3 0 0 0 0 0 7 0 0 8 0	71 0 20 2 0 1006.6 0 8 3 0 2 0 0 0 3 0 0 0 0 0 7 0 0 8 0
972 7 12 20	65 0 18 4 0 1006.2 0 9 7 0 7 0 0 1 4 0 0 0 0 0 13 1 0 6 0	65 0 18 4 0 1006.2 0 9 7 0 7 0 0 1 4 0 0 0 0 0 13 1 0 6 0
972 7 12 25	51 0 17 5 0 1002.8 0 16 7 0 7 0 0 0 1 0 0 0 0 0 98 0 0 0 0	51 0 17 5 0 1002.8 0 16 7 0 7 0 0 0 1 0 0 0 0 0 98 0 0 0 0
972 7 12 12	58 0 14 8 0 1007.5 0 10 9 0 4 0 0 0 0 0 0 0 0 12 1 0 3 0	58 0 14 8 0 1007.5 0 10 9 0 4 0 0 0 0 0 0 0 0 12 1 0 3 0
972 7 15 14	89 0 19 4 0 1004.6 0 2 3 0 2 0 0 1 0 0 0 0 0 96 0 0 12 1 0 7 0	89 0 19 4 0 1004.6 0 2 3 0 2 0 0 1 0 0 0 0 0 96 0 0 12 1 0 7 0
972 8 12 22	49 0 8 0 0 1008.5 0 8 4 0 7 0 0 2 0 0 0 0 0 97 0 0 12 1 0 4 0	49 0 8 0 0 1008.5 0 8 4 0 7 0 0 2 0 0 0 0 0 97 0 0 12 1 0 4 0

Рис. 2. Визуальное сравнение файлов по станции **5258280** Алейская

Видно, что в файле слева восстановлены значения относительной влажности, недостатка насыщения и температуры точки росы. В то же время в значениях относительной влажности имеются очевидные ошибки (значения, большие 100). Заметное число ошибок исправлено в значениях температуры точки росы.

Всего для этой станции в 270 записях константы отсутствия заменены нормальными значениями, в 1016 записях исправлены значения элементов.

В колонках **(15)** и **(16)** табл. 6 содержатся результаты сравнения файлов Западно-Сибирского УГМС и архива Восход ВНИИГМИ-МЦД, полученные с помощью компонента АИСОРИ – Вепрь «Слияние ЯОД-файлов», который запускался в тестовом режиме, т. е. без реального слияния.

В колонке **(15)** указано число записей, в которых константы отсутствия (СА) в файлах архива Восход ВНИИГМИ-МЦД заменены нормальными значениями и нет других исправлений, а в колонке **(16)** – число записей, в которых имеются исправления значений элементов, не сводящиеся к заменам констант отсутствия.

Из протокола видно, что имеются пары файлов, в которых замены констант отсутствия нормальными значениями осуществляются в обратную сторону (в таблице 6 это не отражено).

4. Выводы

Приведем основные результаты сравнения 8-срочных данных 60 станций Западно-Сибирского УГМС с аналогичными данными архива Восход ВНИИГМИ-МЦД:

1) архив Западно-Сибирского УГМС содержит данные по шести станциям, которых нет в архиве Восход ВНИИГМИ-МЦД;

2) двух из них (номера 5528610 и 5528870) нет и в каталоге, который используется в РСБД Метеорология. Одна из этих станций идентифицирована как станция 5528770 Центральный рудник. Следует уточнить номера, имена, административную принадлежность, синоптические индексы и координаты двух других станций;

3) в 15 файлах обнаружены и исправлены те или иные дефекты структуры;

4) в 52 файлах обнаружена 401 ошибка контроля на грубые пределы;

5) в архиве Западно-Сибирского УГМС пропуски сроков составляют 0,1 %, в архиве Восход ВНИИГМИ-МЦД (по тем же станциям) – 7,3 %;

6) 98% записей двух архивов полностью идентичны. По сравнению с архивом Восход ВНИИГМИ-МЦД, в архив Западно-Сибирского УГМС внесены исправления в 1 % записей; в 0,9 % записей константы отсутствия заменены нормальными значениями. В то же время в 0,4 % записей, напротив, нормальные значения архива Восход ВНИИГМИ-МЦД заменены константами отсутствия.

Список литературы

1. Веселов В.М. Архивы Госфонда на ПЭВМ и технология их организации // Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2002. Вып.170. С. 16–30.
2. Веселов В.М. Технологическая поддержка организации архивов Госфонда на ПЭВМ. Технология «АИСОРИ – АРМ ЯОД-Архив» // Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2002. Вып.170. С. 66–85.
3. Веселов В.М. Структура и информационные технологии баз и банков архивных данных Госфонда (1976–2006 гг.) // Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2007. Вып. 172. С. 38–59.

*В.А. Семенов, Г.Л. Кобозева, А.А. Коршунов,
А.А. Волков, С.И. Шамин*

**К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОЦЕНКИ КЛИМАТИЧЕСКИ
ОБУСЛОВЛЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ПОВТОРЯЕМОСТИ
ОПАСНЫХ И НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ
ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ НА РЕКАХ**

Введение

К числу опасных гидрометеорологических явлений, частота и продолжительность которых при современных изменениях климата меняется преимущественно в сторону увеличения, относятся наводнения и паводки, ледовые заторы, зажоры, нагоны воды в морских устьях рек, селевые потоки в горных районах [1], а наиболее неблагоприятными для водопотребления и водопользования, существования водных экосистем являются маловодия в межень.

Основными источниками информации, на основании которой можно оценивать направленность изменений опасных и неблагоприятных гидрологических явлений, служат результаты стационарных наблюдений за гидрологическим режимом рек Росгидромета и официальные сведения о природных явлениях, причинивших экономический и социальный ущерб, предоставляемые Росгидромету органами власти субъектов РФ, территории которых подверглись воздействию опасных явлений, а также сведения от МЧС России. Но, несмотря на научную и практическую важность информации о наводнениях, селях и других опасных гидрологических явлениях, систематизированных сведений о них не в базах данных, не в регламентированных публикациях нет. В материалах Государственного водного кадастра сведения о наводнениях, селях не приводятся и в качестве косвенных показателей изменения возможности опасных и неблагоприятных гидрологических явлений могут служить только материалы об экстремальных величинах гидрологического режима рек в гидрологических ежегодниках и специализированных массивах, представленных в базе Госфонда и банке данных «Гидрология – реки и каналы» ГУ «ВНИИГМИ-МЦД». Сведения об опасных и неблагоприятных явлениях на реках, причинивших ущерб, не систематизированы и не обобщены, что затрудняет их использование.

В данной статье описываются возможные методические подходы к составу сведений создаваемой базы данных по опасным и неблагоприятным гидрологическим явлениям, причинившим экономический ущерб, предлагаемые формы и виды обобщения этих сведений, программные средства для ведения базы данных и получения на ее основе обобщенных материалов для обслуживания потребителей.

Состав, технология создания, ведения базы сведений об опасных и неблагоприятных гидрологических явлениях

Сведения об ущербе, нанесенном гидрологическими явлениями населению и отраслям экономики, должны быть собраны в базу данных «Гидрология Ущерб» (БД «Гидроущерб») и поступать в нее для пополнения по мере фиксирования их подразделениями Росгидромета по субъектам РФ и передачи ГУ «ВНИИГМИ-МЦД». Такие сведения уже накоплены в ГУ «ВНИИГМИ-МЦД» с 1991 года.

Исходные данные для БД «Гидроущерб» предоставляются в WORD в виде таблиц, содержащих описания явлений. Пример состава сведений приведен в табл.1.

Таблица 1

Сведения об опасных гидрологических явлениях в мае 2008 г.,
нанесших ущерб населению

№ п/п	Дата	Территория	Краткая характеристика ОЯ	Заблаговременность предупреждения	Краткая характеристика ущерба, нанесенного народному хозяйству
1	2	3	4	5	6
1	19	Республика Бурятия (у г. Улан-Удэ)	Низкая межень	Месяц	Ущерб составил 19 млн 862 тыс. руб.
2	В течение месяца	Амурская область, Хабаровский край	Низкая межень	Месяц	Затруднение судоходства
3	20	Республика Дагестан (Гумбетовский район)	Сель	Не предусмотрено	Повреждены домостроения, объекты ЖКХ, водозаборное сооружение питьевого водопровода, размыты дороги местного значения
4	26	Республика Дагестан (Кайтагский район)	Сель	Одни сутки	В с. Гули разрушен водопровод, снесено два автомобильных моста, повреждены дороги местного значения

В базу данных заносится текст, представленных описаний (таблица описаний), а также информация о них в виде кодов (несколько таблиц). Все таблицы связаны между собой и по запросу можно получить записи, каждая из которых содержит следующие элементы:

- Дата начала явления (формат дата, т.е. в виде 19.05.2008);
- Дата окончания явления;
- Название (или код) субъекта;
- Название (или код) водного объекта;
- Наименование (или код) явления;
- Предусмотренность (прогнозируемость) явления;
- Количество (человек) пострадавших от явления (раненых);
- Количество (человек) погибших от явления;
- Описание ущерба;
- Перечень субъектов, на территории которых наблюдалось явление;
- Описание водных объектов (перечень названий рек).

Для удобства занесения в базу БД «Гидроущерб» и кодирования данных разработана экранная форма (рис.1).

Рис. 1. Форма для ввода данных

Для получения сведений об опасных явлениях по водным объектам подготовлен каталог распределения рек (группы рек) по крупным речным бассейнам и бассейнам морей. Наиболее крупные речные бассейны (рр. Волга, Обь, Енисей, Лена, Амур) в каталоге разбиты на части (например, в бассейне Волги выделен бассейн

р. Камы, Верхняя и Нижняя Волга, в бассейне Оби выделены реки бассейна р. Иртыша и Нижней Оби, Верхняя Обь). Каждой из 17 групп рек присвоен код водных объектов (табл. 2).

Таблица 2

Группы водных объектов на территории России

Код групп-пы	Перечень бассейнов рек группы	Название группы
1	Реки Балтийского моря, Ладожского и Онежского озер, реки Карелии и Кольского полуострова	Северо-Запад
2	Реки Печора, Северная Двина, другие реки бассейнов Белого и Баренцева морей	Северный край
3	Верхняя и Средняя Обь	Обь верхняя
4	Нижняя Обь, Иртыш	Обь–Иртыш
5	Бассейн Верхнего Енисея	Енисей верхний
6	Бассейн Нижнего Енисея, реки Таймыра	Енисей нижний
7	Бассейн Ангары, Забайкалье	Ангара, Забайкалье
8	Бассейн Лены и реки бассейна моря Лаптевых	Лена
9	Бассейны рек Индигирка, Колыма, других рек бассейна Восточно-Сибирского моря	Северо-Восток
10	Реки Камчатского края	Камчатка
11	Реки бассейна Амура, Приморья, Сахалина, реки бассейна Охотского моря	Дальний Восток
12	Бассейн Верхней Волги	Волга верхняя
13	Бассейн Камы	Кама
14	Бассейн Нижней Волги	Волга нижняя
15	Бассейн Дона, другие реки бассейна Азовского моря, бассейна Днепра	Азово-Черноморье
16	Бассейн Кубани и Восточного Причерноморья	Кубань–Черноморье
17	Бассейны Терека, Урала, других рек Каспийского моря	Прикаспий

Получение обобщенных сведений об опасных и неблагоприятных явлениях

Доступ к данным реляционной базы может осуществляться средствами СУБД Microsoft Access. Средствами Access возможен выбор любого сочетания элементов за определенный период или для определенного субъекта, водного объекта, явления. Кроме представления данных, возможно проведение разнообразных расчетов.

Для работы с базой данных, используя средства Access и язык Visual Basic for Application, было разработано приложение. Программными средствами приложения можно осуществлять расчеты распределения суммарной продолжительности явления с получением таблиц, приведенных ниже шести видов.

1. Распределение продолжительности наводнений (при половодьях, паводках и т. д.), селей, маловодий по годам для одной реки или группы водных объектов (по одному явлению)

Название водного объекта	Суммарная продолжительность за годы											
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	...
Водный объект 1	x		x				x	x	x	x		
Водный объект 2		x			x	x	x			x	x	x
Водный объект 3	x		x	x								
...												

Примечание. x – суммарное количество дней (продолжительность) явления по одному, нескольким или всем субъектам (если данный водный объект на территории нескольких субъектов) за год.

2. Распределение продолжительности явления по месяцам и водным объектам (для определенного, выбранного явления)

Название водного объекта	Суммарная продолжительность за годы											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Водный объект 1	x		x				x	x	x	x		
Водный объект 2		x			x	x	x			x	x	x
Водный объект 3	x		x	x								
...												

Примечание. x – суммарное количество дней продолжительности явления по всем субъектам (если данный водный объект на территории нескольких субъектов) за многолетний период. Под понятием водный объект в данном случае понимается группа рек, например, реки Прикаспия – один объект, Нижняя Волга – один объект.

3. По годам и субъектам (для определенного, выбранного явления)

Название водного субъекта	Суммарная продолжительность за годы											
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	...
Субъект 1	х		х				х	х	х	х		
Субъект 2		х			х	х	х			х	х	х
Субъект 3	х		х	х								
...												

Примечание. х – суммарное количество дней продолжительности явления за год по всем водным объектам (если на территории субъекта несколько водных объектов).

4. По месяцам и субъектам (для определенного, выбранного явления)

Название водного субъекта	Суммарная продолжительность за месяцы											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Субъект 1	х		х				х	х	х	х		
Субъект 2		х			х	х	х			х	х	х
Субъект 3	х		х	х								
...												

Примечание. х – суммарное количество дней продолжительности явления по всем рекам (если на территории субъекта несколько рек) за многолетний период по каждому месяцу.

5. По водным объектам для каждого из явлений

Название водного объекта	Явления						
	половодье	паводок	низкая межень	затор	зажор	нагонные явления	сели
Водный объект 1	х		х				х
Водный объект 2		х			х	х	х
Водный объект 3	х		х	х			
...							

Примечание. х – суммарное количество дней продолжительности явления по всем субъектам (если данный водный объект на территории нескольких субъектов) за выбранный период (несколько лет или все годы наблюдений).

6. По субъектам для каждого из явлений

Название субъекта	Явления								оползни
	половодье	паводок	низкая межень	затор	зажор	нагонные явления	стонные явления	сель	
Субъект 1	x		x					x	
Субъект 2		x			x		x	x	
Субъект 3	x		x	x					

Примечание. x – суммарное количество дней продолжительности явления по всем водным объектам (если на территории субъекта несколько водных объектов) за выбранный период (несколько лет или весь период наблюдений).

В приложении пользователю предоставляется возможность выбора из списка следующих сведений: явления, группы рек, федерального округа, временного периода (год начала периода и год конца периода).

Все расчеты производятся с учетом выбранных параметров. Например, для анализа опасных наводнений на Нижнем Енисее за 2001–2005 гг. набор выбираемых параметров будет следующий: явление – половодье, группа рек – Нижний Енисей, федеральный округ – Сибирский ФО, дата начала периода – 2001, дата конца периода – 2005 год.

В результате выборки сведений и расчетов по выбранным параметрам распределение продолжительности явления по месяцам (май – июнь) и водному объекту имеет вид:

Группа рек	Водный объект	4	5	6
Енисей-нижний	Нижний Енисей	9	21	
Енисей-нижний	Подкаменная Тунгуска		14	3
Енисей-нижний	Чуя		1	
Енисей-нижний	Нижняя Тунгуска		1	3

Для работы с программными средствами приложения разработан экранная форма (рис. 2).

В работах [2, 3] обосновывается необходимость объединения в единую базу информации об опасных метеорологических явлениях по данным наблюдений стационарной метеорологической сети

Рис. 2. Форма для выбора данных и проведения расчетов

Росгидромета и сведений об явлениях, обусловивших подтвержденный ущерб. Такое объединение целесообразно и по опасным гидрологическим явлениям. Для этого из материалов стационарной гидрологической сети в объединенную базу данных следует включить сведения о высоте уровня воды, при котором вода выходит на пойму и происходит затопление жилых и хозяйственных построек, дорог, объектов сельскохозяйственного производства и т. д. Желательны также сведения о максимально возможных повышениях и понижениях уровня воды, уровнях, лимитирующих речной транспорт, экологическое благополучие фауны рек и т.д.

На основе создаваемой базы данных будут разработаны состав и формы представления и публикации сведений об опасных и неблагоприятных гидрологических явлениях.

Ведение каталогов метаданных

Учитывая, что задача улучшения информационного обеспечения об опасных гидрологических явлениях является глобальной, целесообразно при создании БД «Гидроущерб» учесть возможность международного обмена сведениями о наводнениях, паводках и т.д. Поэтому при создании базы сведений и каталогов метаданных целесообразно использовать рекомендуемые ВМО к использованию средства поиска информации, например стандарты серии ISO 19100.

Совокупность стандартов этой серии представляет собой как бы единую виртуальную модель географической (пространственной) информации. Сущности, определенные в одном стандарте, могут быть с легкостью использованы в модели иной области стандартизации. Объектно-ориентированный подход к описанию стандарта позволяет использовать наследование, полиморфизм и инкапсуляцию при создании таких моделей.

Стандарт ISO 19115 занимает в серии одно из центральных мест. Так как для описания пространственных данных нужно указать и описать все их свойства и особенности, определяемые в других стандартах серии 19100. Таким образом, ISO 19115 как бы объединяет все остальные стандарты и использует их сущности в своей модели.

Достоинством стандарта ISO 19115 является то, что он представлен сразу на Универсальном языке моделирования (UML), т. к. UML-диаграммы могут напрямую использоваться для генерации схемы базы данных в полном соответствии с этим стандартом (см. рис. 3 и 4).

При большом количестве элементов метаданных, предусмотренных ISO 19115 возникает определенная трудоемкость в их заполнении, но эта задача решается как наличием общедоступных средств для создания метаданных, так и мастером управления метаданными. Для этой цели наилучшим образом подходит проект

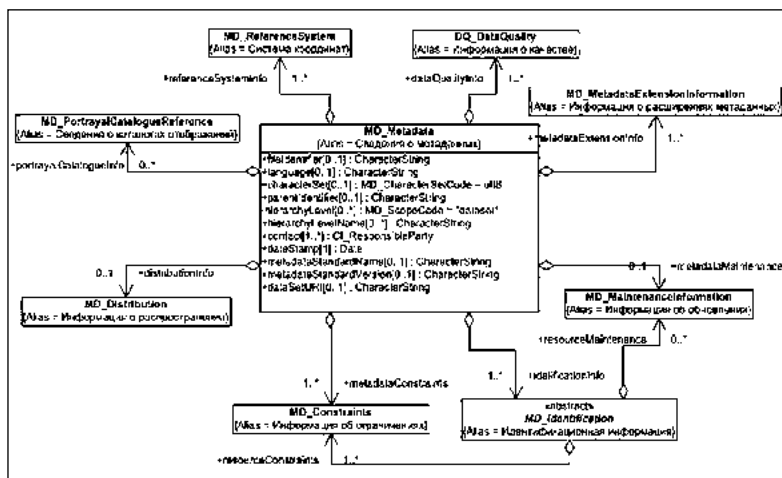


Рис. 3. Сведения о метаданных

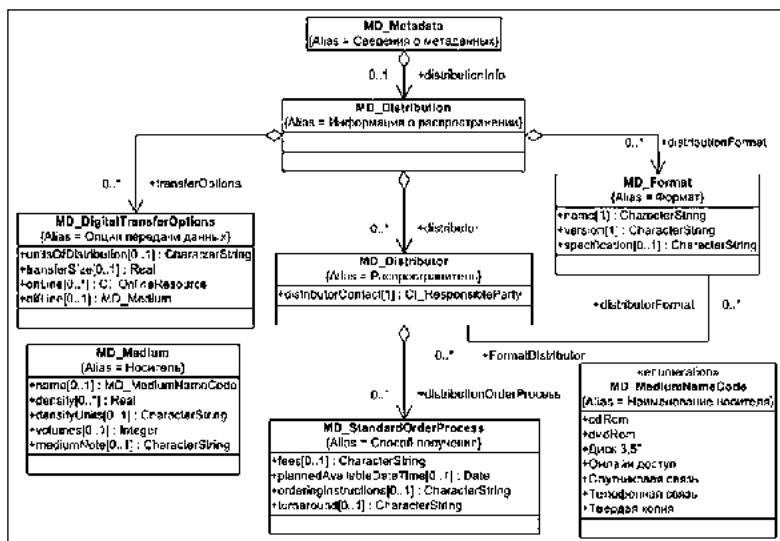


Рис. 4. Информация о распространении данных

GeoNetWork (рис. 5), в котором используются стандарты ISO для создания каталогов метаданных (ISO 19115, ISO 19139).

Система GeoNetWork обеспечивает многоцелевую инфраструктуру для доступа к геоинформационным ресурсам, поиск нужных данных, интегрирование информации из различных источников. Эти ресурсы доступны с помощью браузера, дающего возможность подключаться к серверам, входящим в систему GeoNetWork, которая также имеет следующие интегрированные функции и ресурсы:

- Глобальная библиотека геопространственных данных;
- Каталог метаданных с описанием геопространственных данных, что обеспечивает пользователям удобный для них доступ к этим данным для последующего анализа;
- поисковая система, инструментарий для редактирования и подготовки документов к печати;
- средства интегрирования данных из различных источников.

Метаданные, используемые в GeoNetWork, включают в себя сведения о содержании нужного информационного ресурса, например, географическое положение (Волга Верхняя); ключевое слово (наводнение); дата; широта-долгота. В состав метаданных включен



Рис. 5. Главная страница GeoNetWork

тип геопространственной информации, площадь распространения, снимки и т.п., а также сведения об авторских правах на нее (компания, организация или частное лицо) с указанием ограничений на возможности использования этой информации. Кроме того, в этих метаданных имеются сведения о пространственном, временном и спектральном разрешении исходных данных, а также информация о системах исходных дат и проекциях карт. Доступны и сведения о надежности, качестве и полноте данных. Среди основных свойств данного программного обеспечения необходимо отметить следующие:

- а) поддержка разнообразных стандартов метаданных, в том числе ISO 19115 и 19139;
- б) возможность задавать собственные профили ISO 19115;
- в) создание, редактирование, импорт элементов метаданных;
- г) возможность реализовать поиск метаданных по многим критериям, в том числе геопространственным;
- д) возможность поддержки OGC CSW как в роли клиента, который выполняет сбор информации из других каталогов (harvesting), так и в роли сервера, который может быть описан вышеуказанным каталогом;
- е) возможность локализации.

GeoNetWork можно интегрировать со многими элементами информационной инфраструктуры. Для хранения метаданных могут быть использованы следующие базы данных: McKoi (используется для отладки), MySQL, PostgreSQL, Oracle. В качестве сервера приложений, в который интегрируется GeoNetWork, могут выступать свободно распространяемые продукты Jetty и Tomcat, либо коммерческий IBM Websphere. Такая гибкость позволяет интегрировать GeoNetWork в существующую информационную инфраструктуру.

Использование предложенного концептуального подхода к созданию системы каталогизации метаданных с учетом мирового опыта построения таких систем и описанной его реализации в системе GeoNetWork позволит существенно упростить задачу использования БД «Гидроущерб» и распространение информации об опасных и неблагоприятных гидрологических явлениях.

Список литературы

1. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Том II. Последствия изменений климата. Росгидромет, 2008. 288 с.
2. Коршунов А.А., Шаймарданов М.З. База данных об опасных гидрометеорологических явлениях // Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2007. Вып. 172. С. 132–139.
3. Бедрицкий А.И., Коршунов А.А., Шаймарданов М.З. База данных об опасных гидрометеорологических явлениях на территории России и результаты статистического анализа // Метеорология и гидрология. 2009. № 11. С. 5–14.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Е.А. Николаев, В.М. Шаймарданов.</i> Развитие архивной системы Росгидромета	3
<i>Б.В. Апарин, В.М. Веселов, С.Г. Сивачок.</i> Устранение пропусков в рядах метеорологических наблюдений	11
<i>С.В. Сомов, В.М. Шаймарданов.</i> О защите информационных ресурсов в области гидрометеорологии и смежных с ней областей.....	23
<i>А.В. Беспрозванных, Е.П. Потапова, Л.Н. Сенова, Н.Л. Ульянов, Р.А. Шерстюкова.</i> Прием, обработка и использование метеорологической информации, поступающей с каналов связи	28
<i>Т.В. Руденкова.</i> Формат архивации текущих аэрологических данных, поступающих по каналам связи для ПЭВМ.....	41
<i>Е.Н. Зубрицкая.</i> Опыт разработки программного обеспечения системы ПЕРСОНА (МИС, МИП и БЕРЕГ) в среде WINDOWS.....	64
<i>Е.Н. Зубрицкая, Т.П. Правосудько.</i> Система ПЕРСОНА МИП в среде WINDOWS.....	69
<i>Б.В. Апарин, Е.Н. Зубрицкая.</i> Условно-постоянные характеристики в системе первичной обработки метеорологической информации на ПЭВМ	76
<i>Б.В. Апарин.</i> Управление контролем и обработкой в системе «ПЕРСОНА МИС» (описание внешнего файла AKRITS.MIS)	89
<i>Л.И. Романенко, В.В. Пуголовкин, А.Ю. Згура.</i> Технологическая основа создания программных средств формирования агрометеорологического ежегодника на базе АРМ агрометеоролога-наблюдателя.....	102
<i>В.Н. Попова, С.М. Сомова.</i> Автоматизированная система архивации судовых метеорологических наблюдений, поступающих в журналах КГМ-15.....	112
<i>А.О. Агуренко, Л.И. Георгиева, Т.В. Руденкова, А.А. Тимофеев, А.В. Хохлова.</i> Спутниковые данные по температуре поверхности океана из сети ГСТ: архивация и использование.....	120

<i>В.К. Кулиш, О.П. Жирова. Методика создания архива «Траектории циклонов (антициклонов) Северного полушария за период 1960–1991 гг.»</i>	139
<i>А.А. Воронцов, С.Р. Степаненко. О едином подходе к решению задач оценки качества архивов, изменения климата и обслуживания потребителей данными</i>	152
<i>С.Р. Степаненко, А.А. Воронцов. Оценка качества массива суточных значений температуры воздуха</i>	162
<i>С.В. Сомов, Л.И. Яковенко. Создание электронной базы по данным справочника Государственного водного кадастра (ГВК) «Гидрологическая изученность»</i>	175
<i>А.А. Федорцов. Построение хранилища данных центра ЕСИМО на основе инструментов Oracle</i>	179
<i>А.А. Коршунов, М.З. Шаймарданов, И.Л. Шаймарданова. Гидрометеорологическая безопасность и устойчивое развитие экономики России для обслуживания потребителей: результаты статистического анализа опасных условий погоды</i>	187
<i>Л.В. Власова, Г.С. Ракитина. Результаты статистической обработки информации в целях идентификации природных рисков для газотранспортной системы России и роль климатической информации при управлении рисками в условиях глобального изменения климата</i>	199
<i>А.Ю. Ледяев. Комплексная сетевая система визуализации пространственных данных на примере данных ЕСИМО</i>	211
<i>А.Ю. Ледяев. Использование кластеров распределения нагрузки в обслуживании системы визуализации ГИС</i>	228
<i>А.В. Беспрозванных, Е.П. Потапова, Л.Н. Сенова, Н.Л. Ульянич, Р.А. Шерстюкова. Формирование в системе CliWare картографической продукции в международных стандартах</i>	240
<i>А.А. Кузнецов, Н.Н. Михайлов, Н.В. Пузова, А.М. Стерин, М.З. Шаймарданов. Система управления данными Международного полярного года</i>	248
<i>А.А. Кузнецов, Н.В. Пузова. Мониторинг потоков данных экспедиционных океанографических наблюдений</i>	259

<i>Е.Г. Анасова, В.В. Пуголовкин, И.З. Шакирзянов.</i> Некоторые вопросы подготовки рядов метеорологических наблюдений на базе архивов ЕГФД	275
<i>И.Л. Готовченкова, А.И. Шевченко.</i> Об одном под- ходе к автоматизированному определению ежедневных расходов воды.....	288
<i>Л.И. Яковенко.</i> Графическое отображение результатов режимных гидрометеорологических наблюдений на гидро- логических постах в условиях автоматизированной обра- ботки данных	295
<i>Е.Г. Анасова.</i> Структура нарушений в наблюдениях за снежной мглой на метеостанциях России по данным Госфонда	303
<i>А.А. Воронцов, С.А. Олейников, С.А. Баталкина, Г.И. Нефедова.</i> Создание электронных справочных по- собий с помощью технологий Единой государственной системы информации об обстановке в Мировом океане для научной и практической деятельности	322
<i>С.А. Олейников, А.А. Воронцов.</i> Применение техно- логии ЕСИМО получения режимно-справочных характе- стик морской среды для исследования долгопериодной изменчивости уровня моря	330
<i>В.М. Веселов.</i> Методика и средства сравнения двух раз- личающихся версий многофайловых ЯОД-архивов	338
<i>В.А. Семенов, Г.Л. Кобозева, А.А. Коршунов, А.А. Волков, С.И. Шамин.</i> К вопросу создания инфор- мационного обеспечения оценки климатически обуслов- ленных изменений повторяемости опасных и неблагопри- ятных гидрологических явлений на реках.....	355

Сборник научных трудов

Труды ВНИИГМИ-МЦД

Выпуск 174

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ГОСУДАРСТВЕННОГО ФОНДА ДАННЫХ
О СОСТОЯНИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ
ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ**

Подписано к печати 27.08.2010 г. Формат 60х84/16.

Печать офсетная. Печ. л. 22,4. Тираж 300 экз. Заказ № 23

Отпечатано в ГУ «ВНИИГМИ–МЦД», г. Обнинск, ул. Королева, 6.

УДК 681.3:551.5

Развитие архивной системы Росгидромета. Николаев Е.А., Шаймарданов В.М. Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2010. Вып. 174. С. 3–10.

Рассматриваются техническая концепция построения и функционирования новой архивной системы, принципы хранения и способы доступа к данным. Представлены основные результаты работ по модернизации и настройке новой архивной системы. Описываются основные пути развития новой архивной системы.

Ил. 1. Библ. 8

УДК 681.3:551.5

Устранение пропусков в рядах метеорологических наблюдений. Апарин Б.В., Веселов В.М., Сивачок С.Г. Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2010. Вып. 174. С. 11–22.

Приводятся результаты анализа пропусков в рядах метеорологических наблюдений, хранящихся в архивах Госфонда. Рассматриваются организационные и технологические аспекты работы по устранению пропусков, проводимой совместно ВНИИГМИ-МЦД и УГМС.

Ил. 2. Библ. 8

УДК [551.5+551.46+556]:[342:002]

О защите информационных ресурсов в области гидрометеорологии и смежных с ней областей. Сомов С.В., Шаймарданов В.М. Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2010. Вып. 174. С. 23–27.

В свете требований законодательства РФ по защите информации рассматриваются некоторые вопросы ее организации применительно к информационным ресурсам в области гидрометеорологии и смежных с ней областей. Отмечается необходимость категорирования информационных ресурсов и создания организационно-правового режима информационной безопасности в учреждениях и организациях Росгидромета.

УДК [551.5+551.46+556]:004.65

Прием, обработка и использование метеорологической информации, поступающей с каналов связи. Беспрозванных А.В., Потапова Е.П., Сенова Л.Н., Ульянич Н.Л., Шерстюкова Р.А. Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2010. Вып. 174. С. 28–40.

Рассматривается технология приема и обработки гидрометеорологической информации, поступающей по каналам ГСТ, и решаемые на базе оперативных данных задачи обслуживания потребителей и создания архивов в формате ЯОД.

Ил. 6. Библ. 4

УДК 004.057.3:004.08:551.506.7 “40”

Формат архивации текущих аэрологических данных, поступающих по каналам связи для ПЭВМ. Руденкова Т.В. Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2010. Вып. 174. С. 41–63.

В работе приведено описание проекта символьного формата для архивации текущих аэрологических данных, поступающих по каналам связи в кодовых формах ВМО FM для ПЭВМ. Новый формат разработан с учетом внесенных и планируемых изменений в аэрологические кодовые формы FM и по составу, и структуре записи имеет отличия от действующего формата архивации аэрологических данных. Структура записи нового формата разработана с учетом усвоения подробных данных радиозондирования с высоким вертикальным разрешением. Описание структуры записи дано в формате Языка описания гидрометеорологических данных (ЯОГМД), принятом во ВНИИГМИ-МЦД для архивации гидрометданных. Проект нового формата предлагается для архивации текущих аэрологических данных, поступающих по каналам связи для ПЭВМ.

Табл. 5. Библ. 14

УДК 681.3.06:551.5

Опыт разработки программного обеспечения систем ПЕРСОНА (МИС, МИП и БЕРЕГ) в среде WINDOWS. Зубрицкая Е.Н. Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2010. Вып. 174. С. 64–68.

Рассматривается структурная схема программного обеспечения, общая для всех систем первичной обработки режимной информации. Приводится перечень различных конфигураций систем в зависимости от уровня (центра) обработки.

Ил. 4. Библ. 3

УДК 681.3.06:551.5

Система ПЕРСОНА МИП в среде WINDOWS. Зубрицкая Е.Н.,
Правосудько Т.П. Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2010. Вып. 174. С. 69–75.

Рассматриваются вопросы создания автоматизированной системы обработки режимных данных метеорологических постов в среде Windows, программный интерфейс, обеспечивающий ввод данных. Приводится перечень дополнительных элементов выходной продукции системы. Затронуты вопросы преемственности процессов обработки.

Ил. 2. Табл. 3. Библ. 7

УДК 681.3.06:551.5

Условно-постоянные характеристики в системе первичной обработки метеорологической информации на ПЭВМ. Апарин Б.В.,
Зубрицкая Е.Н. Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2010. Вып. 174. С. 76–88.

В статье описано назначение составной части массивов данных, получаемых в процессе первичной обработки результатов наблюдений на метеорологических станциях с помощью автоматизированной системы ПЕРСОНА МИС – условно-постоянных характеристик (УПХ). Дано подробное описание структуры УПХ и паспортных характеристик станции, являющихся в свою очередь составной частью условно-постоянных характеристик. Приведено описание работы программ по занесению, корректировке, контролю и чтению паспортных данных, по созданию массива УПХ. Перечислены особенности формирования отдельных условно-постоянных характеристик.

Ил. 3. Табл. 2. Библ. 3

УДК 681.3.06:551.5

Управление контролем и обработкой в системе «ПЕРСОНА МИС» (описание внешнего файла AKRITS.MIS). Апарин Б.В. Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2010. Вып. 174. С. 89–101.

В статье описано назначение и возможности внешнего файла управления контролем и обработкой в системе «ПЕРСОНА МИС» AKRITS.MIS. Приведена структура файла и его составных частей – таблиц и строк, содержащих ключи и признаки, с помощью которых осуществляется ряд функций по управлению контролем и обработкой. Подробно изложено назначение всех составляющих элементов файла. В заключение перечислены возможности, предоставляемые данным файлом при его активном использовании.

Ил. 1. Библ. 1.

УДК 681.518:551.5

Технологическая основа создания программных средств формирования агрометеорологического ежегодника на базе АРМ агрометеоролога-наблюдателя. Романенко Л.И., Пуголовкин В.В., Згура А.Ю. Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2010. Вып. 174. С. 102–111.

Излагаются принципы построения программно-технологических средств формирования агрометеорологического ежегодника на базе АРМ агрометеоролога-наблюдателя, базовые средства, используемые БД, языки программирования. Рассматриваются функциональные блоки технологического комплекса, интерфейс, состав и структуры баз данных, алгоритмирование.

Ил. 4. Табл. 1. Библ. 7.

УДК 551.46.06:681.3.06

Автоматизированная система архивации судовых метеорологических наблюдений, поступающих в журналах КГМ-15. Попова В.Н., Сомова С.М. Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2010. Вып. 174. С. 112–119.

Рассматривается автоматизированная система архивации судовых метеорологических наблюдений в виде АРМ МЕТЕОСИ версии 2.1, предназначенного для реализации технологического процесса первичной обработки судовых наблюдений, поступающих в журналах КГМ-15 старого и нового образцов, а также файлов наблюдений, подготовленных на судах средствами АРМ «Штурман-метеоролог».

Ил. 4. Библ. 11

УДК 004.67:556

Спутниковые данные по температуре поверхности океана из сети ГСТ: архивация и использование. Агуренко А.О., Георгиева Л.А., Руденкова Т.В., Тимофеев А.А., Хохлова А.В. Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2010. Вып. 174. С. 120–138.

Приведено описание технологии и предварительные результаты обработки спутниковых данных по температуре поверхности океана, поступающих по каналам связи из Глобальной системы телекоммуникации (ГСТ). Данные поступают в кодовых формах SATOB, имеют глобальное покрытие с пространственным разрешением 1°. Обработка данных производится в двух направлениях: архивация и использование в качестве информационного ресурса в Единой информационной системе об обстановке в Мировом океане (ЕСИМО).

Ил. 7. Табл. 9. Библ. 7

УДК [551.513:551.515.1:004.65]:930.25

Методика создания архива «Траектории циклонов (антициклонов) Северного полушария за период 1960–1991 гг.». Кулиш В.К., Жирова О.П. Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2010. Вып.174. С. 139–151.

Представлены методика и технология создания архива «Траектории циклонов (антициклонов) Северного полушария за период 1960–1991 гг.». Описаны содержание и структура данных созданных архивов. Получены таблицы распределения количества циклонов (антициклонов) по годам и месяцам. Построены графики распределения количества циклонов (антициклонов) по годам.

Получена версия архива циклонов (антициклонов) без одноточечных циклонов (антициклонов), построены для этой версии таблицы и графики распределения.

Архив «Траектории циклонов (антициклонов) Северного полушария за период 1960–1991 гг.» может быть использован в научных исследованиях по климату и общей циркуляции атмосферы.

Ил. 4. Табл. 4. Библ. 6.

УДК 551.46.06

О едином подходе к решению задач оценки качества архивов, изменения климата и обслуживания потребителей данными. Воронцов А.А., Степаненко С.Р. Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2010. Вып. 174. С. 152–161.

Рассмотрен единый подход на основе системного синтеза (синергетического подхода), с помощью которого можно одновременно решать все три перечисленные задачи. Дана схема и алгоритмы решения. Приведены примеры применения системного синтеза для решения практических задач.

Ил. 1. Библ. 7

Оценка качества массива суточных значений температуры воздуха. Степаненко С.Р., Воронцов А.А. Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2010. Вып. 174. С. 162–174.

Проанализирован массив суточной температуры воздуха. Получена оценка качества массива суточной температуры воздуха с помощью логических критериев. Показано, что в архиве содержатся сомнительные и грубые ошибки. Даны алгоритмы решения и схемы технологии обнаружения ошибок в такого рода архивных массивах путем применения системного синтеза.

Табл. 7. Библ. 5

УДК 556:004

Создание электронной базы по данным справочника Государственного водного кадастра (ГВК) «Гидрологическая изученность». Сомов С.В., Яковенко Л.И. Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2010. Вып. 174. С. 175–178.

Рассматриваются вопросы создания электронной копии справочника «Гидрологическая изученность», вышедшего в шестидесятых годах прошлого века в серии материалов «Ресурсы поверхностных вод СССР», методика автоматизированного и ручного присвоения кодов водным объектам, которые впадают в водотоки России.

Библ. 1

УДК 556:004

Построение хранилища данных центра ЕСИМО на основе инструментов Oracle. Федорцов А.А. Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2010. Вып. 174. С. 179–186.

В статье предложена технология хранения данных ЕСИМО (Единая государственная система информации об обстановке в Мировом океане) на основе СУБД Oracle 10g. Эта технология позволяет повысить производительность, а также обеспечить сохранность данных при сбоях. Статья представляет интерес для организаций, обслуживающих Web-приложения в комплексе с базами данных.

Ил. 4. Библ. 6.

УДК 551.509.3.003.13: 338(470+570)

Гидрометеорологическая безопасность и устойчивое развитие экономики России для обслуживания потребителей: результаты статистического анализа опасных условий погоды. Коршунов А.А., Шаймарданов М.З., Шаймарданова И.Л. Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2010. Вып. 174. С. 187–198.

В работе представлены результаты статистического анализа опасных и неблагоприятных условий погоды, нанесшие экономические и социальные потери населению и экономики России в 1991–2008 гг. с позиции гидрометеорологической безопасности и устойчивого развития экономики для обслуживания потребителей.

Ил. 6. Библ. 23.

Результаты статистической обработки информации в целях идентификации природных рисков для газотранспортной системы России и роль климатической информации при управлении рисками в условиях глобального изменения климата. Власова Л.В., Ракитина Г.С. Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2010. Вып. 174. С. 199–210.

В работе представлена статистическая информация о влиянии экстремальных природных явлений и природных факторов на аварийность газопроводов газотранспортной системы России. Рассмотрено влияние на устойчивое газоснабжение потребителей аварий, инициированных потенциально зависимыми от глобальных климатических изменений природными процессами – наводнениями, селями, оползнями, криогенными процессами, опасными метеорологическими явлениями. Особое внимание уделено антропогенным факторам, способствовавшим этим аварийным ситуациям. Сопоставлены данные о природных явлениях редкой повторяемости на территории России за период наибольших климатических изменений и параметры аварийных ситуаций на объектах газотранспортной системы. Обсуждаются прогнозные оценки последствий изменения климата и их вероятное влияние на функционирующие и перспективные объекты ЕСГ России. Рассмотрена роль климатической информации для повышения устойчивости объектов газоснабжения в условиях глобального изменения климата.

Библ. 5.

Комплексная сетевая система визуализации пространственных данных на примере данных ЕСИМО. Ледаев А.Ю. Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2010. Вып. 174. С. 211–227.

Представляются основные результаты разработок в области систем визуализации пространственных данных в рамках подпрограммы «Единая государственная система информации об обстановке в Мировом океане». Рассматриваются новые принципы работы и технологии применяемые в системе. Проведен анализ и сравнение с аналогичными системами.

Ил. 14. Табл. 1. Библ. 7.

УДК 004.75:528.92

Использование кластеров распределения нагрузки в обслуживании системы визуализации ГИС. Ледяев А.Ю. Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2010. Вып. 174. С. 228–239.

Рассматривается архитектура и технология построения кластера распределения нагрузки для обслуживания систем визуализации ГИС. Приведены алгоритмы, обеспечивающие балансировку нагрузки внутри системы кластера. Показаны преимущества предложенной концепции распределенной обработки картографической информации, доказанные практическими экспериментами.

Ил. 4. Библ. 8.

УДК [528.9:004.65](100)

Формирование в системе CliWare картографической продукции в международных стандартах. Беспрозванных А.В., Потапова Е.П., Ульянич Н.Л. Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2010. Вып. 174. С. 240–247.

Описывается комплекс программного обеспечения для формирования в системе CliWare картографической продукции в международных стандартах. Возможности комплекса: вычисление значений в узлах регулярной сетки, нанесение изолиний, создание слоев ГИС и их отображения на Web-браузере пользователя. Даны примеры выходной продукции комплекса.

Ил. 7. Табл. 1. Библ. 2

Система управления данными Международного полярного года.

Кузнецов А.А., Михайлов Н.Н., Пузова Н.В., Стерин А.М., Шаймарданов М.З. Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2010. Вып. 174. С. 248–258.

Представлено описание автоматизированной системы управления данными «Научная программа участия Российской Федерации в проведении Международного полярного года 2007/08», включающей информационные технологии сбора и обработки данных, сеть тематических центров данных, аккумулирующих материалы научных и экспедиционных исследований по полярным областям Земли, Web-портал системы, являющийся интегратором и единой точкой доступа к информационным ресурсам.

Дана характеристика накопленных информационных ресурсов, технологических средств их формирования и обеспечения к ним свободного доступа пользователей через Интернет.

Ил. 7. Библ. 6

Мониторинг потоков данных экспедиционных океанографических наблюдений. Кузнецов А.А., Пузова Н.В. Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2010. Вып. 174. С. 259–274.

Описывается концептуальная схема мониторинга потоков данных экспедиционных океанографических наблюдений и существующая технология ее реализации в рамках Единой системы информации о Мировом океане. Приводятся технологические характеристики системы, ее пользовательские свойства, ставятся проблемы, требующие дальнейшего решения.

Ил. 6. Табл. 2. Библ. 4

Некоторые вопросы подготовки рядов метеорологических наблюдений на базе архивов ЕГФД. Апасова Е.Г., Пуголовкин В.В., Шакирзянов И.З. Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2010. Вып. 174. С. 275–287.

В статье анализируются вопросы составления рядов наблюдений на базе архивов Единого государственного фонда данных о состоянии окружающей среды, ее загрязнении, пригодных для расчетов параметров климата. Исходные метеорологические наблюдения на станциях России хранятся на электронных носителях начиная с 1874 года, однако они имеют существенные различия, касающиеся как программы наблюдений, так и форматов хранения. Чтобы на их основе составить хронологические ряды, пригодные для расчетов параметров климата, необходимо учесть разнообразные аспекты наблюдения и архивации. Неотъемлемыми свойствами рядов являются пропуски, ошибки, инверсия наблюдений, сдвиг сроков, изменение времени производства наблюдений, форматов хранения и способов кодирования. Только тщательная проработка указанных вопросов позволит пользователю получить ряды метеорологических элементов, по которым можно корректно рассчитать параметры климата.

Табл. 5. Библ. 4.

Об одном подходе к автоматизированному определению ежедневных расходов воды. Готовченкова И.Л., Шевченко А.И. Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2010. Вып. 174. С. 288–294.

Приведено описание методов, алгоритмов и программных средств автоматизированного расчета ежедневных расходов воды на основе архивных файлов с режимной гидрологической информацией.

Рис. 2. Библ. 4

Графическое отображение результатов режимных гидрометеорологических наблюдений в условиях автоматизированной обработки данных. Яковенко Л.И. Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2010. Вып. 174. С. 295–302.

Рассматривается методика автоматизированного построения четырех графиков по данным ежедневных и эпизодических измерений элементов гидрометеорологического режима на гидрологических постах при обработке данных на ПЭВМ.

Библ. 1.

Структура нарушений в наблюдениях за снежной мглой на метеостанциях России по данным Госфонда. Апасова Е.Г. Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2010. Вып. 174. С. 303–321.

Статья посвящена анализу сведений по снежной мгле на территории России в 1977–2005 гг. Выявлены типы нарушений, имеющиеся в данных суточного макета, устранены грубые ошибки и «пустые» наблюдения. Удалены данные, выходящие за пределы диапазона температуры воздуха, соответствующего условиям образования снежной мглы. Рассмотрена повторяемость мглы по широтным зонам и административным образованиям, изучены сезонные особенности снежной мглы и ее многолетняя изменчивость в таких северо-восточных областях России, как Таймырский муниципальный район, Ненецкий, Ямало-Ненецкий а.о. и Чукотский а.о. и Республика Саха (Якутия). Обнаружены пункты с наибольшим количеством дней со снежной мглой и произведен статистический анализ рядов годовой суммы дней, в которых обнаружен значимый нисходящий тренд, особенно заметный в последнем десятилетии XX века.

Табл. 10. Библ. 4.

Создание электронных справочных пособий с помощью технологий единой государственной системы информации об обстановке в Мировом океане для научной и практической деятельности. Воронцов А.А., Олейников С.А., Баталкина С.А., Нефедова Г.И. Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2010. Вып. 174. С. 322–329.

Рассмотрены концепции и схемы построения электронных справочных пособий с помощью технологий Единой государственной системы информации об обстановке в Мировом океане (ЕСИМО) для научной и практической деятельности. Особое внимание обращено к электронному морскому атласу (ЭМА), описаны алгоритмы получения продукции, состав и наполнение ЭМА, приведены образцы продукции.

Ил. 2. Библ. 5

Применение технологии ЕСИМО получения режимно-справочных характеристик морской среды для исследования долгопериодной изменчивости уровня моря. Олейников С.А., Воронцов А.А. Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2010. Вып. 174. С. 330–337.

Показано применение технологии получения климатических (режимно-справочных) характеристик (РКХ) морской среды ЕСИМО для исследования многолетней изменчивости уровня арктических морей. Результаты расчетов многолетнего хода уровня моря на основе технологии РКХ на ряде станций арктического бассейна свидетельствуют о тенденции его повышения под действием определенных природных факторов, возможно, в первую очередь – в результате глобального потепления климата.

Ил. 4. Табл. 1. Библ. 7

УДК 681.3:551.5

Методика и средства сравнения двух различающихся версий многофайловых ЯОД-архивов. Веселов В.М. Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2010. Вып. 174. С. 338–354.

Рассматриваются методика и средства сравнения двух различающихся версий многофайловых ЯОД-архивов. Приводится конкретный пример анализа и сравнения двух различающихся версий архивов.

Ил. 2. Табл. 6. Библ. 3.

УДК [504.4:[556.166+556.167]:004.65

К вопросу создания информационного обеспечения оценки климатически обусловленных изменений повторяемости опасных и неблагоприятных гидрологических явлений на реках. Семенов В.А., Кобозева Г.Л., Коршунов А.А., Волков А.А., Шамин С.И. Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2010. Вып. 174. С. 355–366.

Описываются состав сведений создаваемой базы данных по опасным и неблагоприятным гидрологическим явлениям, причинившим экономический ущерб, предлагаемые формы и виды обобщения этих сведений, программные средства для ведения базы данных и получения на ее основе обобщенных материалов для обслуживания потребителей. При создании базы и ведении каталогов метаданных предлагается использовать совокупность стандартов серии ISO 19100.

Ил. 5. Табл. 3. Библ. 3.