

ЧАСТЬ I

Базы данных глобального тропического циклогенеза

В Части I представлено описание современных методов сбора информации о глобальном тропическом циклогенезе, его систематизации, классификации и хранении; описаны структура и рабочие характеристики современных баз данных и каталогов. Особое внимание уделено научно-исследовательской деятельности, направленной на решение специфических проблем формирования и использования баз данных глобального тропического циклогенеза.

1. Научные принципы формирования баз данных глобального циклогенеза

При рассмотрении вопросов формирования и развития современных научных баз данных глобального тропического циклогенеза необходимо иметь в виду целый ряд взаимосвязанных обстоятельств.

Первая группа обстоятельств определяется научными проблемами, в частности, проблемой изучения влияния тропических возмущений различной степени интенсивности на термодинамику и кинематику тропической атмосферы. Эта проблема тесно связана с задачей изучения возможных вариаций климата планеты и с практическими задачами краткосрочного и долгосрочного прогнозов климата. (Gray, 1979; Anthes, 1982; Kondratyev, 1992; Kondratyev et al., 1995; Hansen et al., 1997; Henderson-Sellers et al., 1998; Lighthill et al., 1994; Bengtsson et al., 1996; Elsner and Kara, 1999; Gray et al., 1997; Sharkov, 2000).

Очевидно, что экспериментальной базой этих исследований должны служить систематизированные дистанционные данные о глобальном тропическом циклогенезе, т. е. о физическом процессе, рассматриваемом одновременно на всей акватории Мирового океана, а не на отдельных его акваториях. Это, однако, несколько не умаляет важности исследования структурных особенностей регионального циклогенеза.

Другая группа обстоятельств связана с научно-методическими проблемами, возникающими при клас-

сификации и идентификации различных форм тропических структур, при обмене информацией и при последующей детальной систематизации и архивации.

Трудности, возникающие при решении проблемы классификации обусловлены прежде всего многомасштабностью процесса динамического и термодинамического взаимодействия при образовании динамической структуры тропического циклона из спирального турбулентного хаоса. Это, в свою очередь, приводит к тому, что развитые классификационные процедуры не могут в полной мере удовлетворять запросы дистанционного мониторинга тропических возмущений, что вызывает серьезную рассогласованность и неоднородность как в начальной необработанной информации, так и в базах данных и архивах (Neumann, 1993; Gray, 1997).

Третья группа обстоятельств лежит в административно-хозяйственной плоскости и связана с широким распространением федеральными организациями и коммерческими компаниями в средствах массовой информации и по сети Internet текстовых сообщений, отдельных фрагментов спутниковой информации и предварительных прогнозов активных фаз развития тропических циклонов с целью предупреждения населения о надвигающейся опасности и принятии мер безопасности.

Нисколько не умаляя очевидную важность такой постановки вопроса, следует отметить, что при такого рода фрагментарной архивации отсутствует системный подход, что серьезно затрудняет использование этих источников информации как для научного анализа, так и для создания строго научных баз данных.

Несмотря на внешние различия, все выше перечисленные группы вопросов, возникающие при разработке баз данных тропических возмущений, тесно связаны между собой. Таким образом, без детального анализа вклада каждой группы обстоятельств в общую проблему создания первичных архивов и баз данных тропического циклогенеза трудно понять современное состояние архивации данных глобального циклогенеза.

Вся совокупность исследований, связанных с изучением крупномасштабных тропических возмущений, по существу разделяется на два больших направления:

- изучение индивидуальных тропических возмущений (структура, динамика, энергетика, термо- и массо-обмен, особенности траектории) или локальный подход;
- изучение формирования и эволюции тропических возмущений как связанной последовательности событий в глобальном и региональном масштабах или глобальный подход.

Естественным физическим основанием для указанного разделения (конечно, в некотором смысле условного) может служить степень неравновесности системы океан-атмосфера: высокая — для локальных преобразований и слабая — для глобальных процессов. Детальный обзор современного состояния исследования тропических возмущений содержится в работах (Sharkov, 1997; 1998; 2000).

Фундаментальной основой глобального подхода является изучение структурных особенностей эволюции тропических возмущений, рассматриваемых в виде модели стохастического потока однородных событий в региональных и глобальных масштабах. Исследование этих проблем является одним из важных аспектов исследования системы океан-атмосфера при изучении вклада интенсивных вихревых возмущений в термодинамику и кинематику тропической атмосферы на различных временных масштабах. Эта проблема тесно связана с задачей изучения влияния на глобальный циклогенез возможных вариаций климата планеты (Henderson-Sellers et al., 1998; Lighthill et al., 1994; Bengtsson et al., 1995, 1996; Landsea et al., 1999), с проблемами выявления неравновесности глобальной системы океан-атмосфера (Hansen et al., 1997), а также с исследованиями влияний крупномасштабных атмосферных циркуляций и явления Эль-Ниньо на особенности циклогенеза (Revell and Gontner, 1986; Gray, 1993; Gray et al., 1997; Elsner and Kara, 1999; Pielke and Landsea, 1999).

Первые целенаправленные исследования глобального тропического циклогенеза как стохастического потока событий показали его сложную иерархическую структуру в диапазонах масштабов от времени жизни единичного образования до климатических масштабов (Astafyeva et al., 1994, 1995; Sharkov, 2000) и позволили сформировать предварительные статистико-количественные модели (Pokrovskaya and Sharkov, 1993, 1994a,b; 1996a,b; 1999b,c; Sharkov, 2000). Экспериментальные статистические модели такого типа играют определяющую роль в формировании и разработке предлагаемых спутниковых проектов для изучения крупномасштабных катастроф (Anfimov et al., 1995; Balebanov et al., 1997).

Что касается циклогенеза, рассматриваемого по отношению к первичным формам ТЦ (тропические возмущения и тропические депрессии), то задача по нахождению корреляции между первичными и зрелыми формами ТЦ была сформулирована в работах (Khromov, 1948; 1966) и затем (Minina, 1970; 1982; 1987). В силу целого ряда организационных и методических причин эта задача не была решена в течение длительного времени.

Внимательный анализ геоинформационных банков и баз данных (и их модификаций) о крупномасштабных тропических возмущениях указывает на то, что в соответствии с международными соглашениями государственные службы наблюдения, участвующие в мониторинге ТЦ, строго придерживаются принципа локальной ответственности за своей зоной наблюдения в Мировом океане (Pielke and Pielke, 1997) и создание баз данных о ТЦ идет прежде всего на региональном уровне для выполнения чисто административно-хозяйственных задач данного региона, а также задач коммерческого плана (см., например, Каталог климатических баз данных (NCDC, 1991; WMO, 1992), бюллетени Всемирной Метеорологической Организации (WMO) и Метеорологического Спутникового Центра (MSC, 1986), а также широко цитируемые обзоры (Neumann et al., 1993; Neumann, 1993) и Web-каталоги (Landsea, 1998).

С точки зрения выполнения такого рода задач в ограниченных акваториях это обстоятельство вполне естественно, так как цели и задачи региональных центров направлены на проблемы прогнозирования интенсивности, траекторий движения ТЦ, предупреждения соответствующих государственных служб о грозящих бедствиях. Однако, при такой постановке задачи, начальные стадии тропических возмущений в существующих системах наблюдения не фиксируются (хотя фрагментарно и наблюдаются). Кроме того, происходит «потеря» (а иногда и значительная) исходной информации при «переходе» наблюдаемого объекта из одной зоны ответственности в другую (Neumann, 1993). Соответственно в базах данных эта информация не представлена и, таким образом, полностью теряется для исследователей, изучающих различные эволюционные формы тропического циклогенеза.

Таким образом, к настоящему времени в экспериментальном исследовании эволюционного хода развития циклогенеза сложилась ситуация, при которой статистика ранних стадий развития тропического возмущения впоследствии как перешедших, так и не перешедших в стадию развитого циклона, весьма фрагментарна и не позволяет представить более или менее законченную картину циклогенеза первичных и развитых форм (McBride, 1995; Zehr, 1992; Pokrovskaya

and Sharkov, 2000). Аналогичная ситуация сложилась и при исследовании поздних (по шкале временной эволюции) форм тропических циклонов (так называемых внетропических циклонов или пост-тайфуновых форм), поскольку целенаправленной дистанционной регистрации и тем более мониторинга таких состояний тропических форм вообще не проводилось (за исключением отдельных событий), и соответственно информация не систематизировалась и не архивировалась.

Научные же исследования возможных вариаций глобального климата, эволюции крупномасштабных атмосферных катастроф требуют совершенно другого подхода, а именно - строгой систематизации в обнаружении моментов образования, фиксации и слежения за объектами тропического циклогенеза на всех стадиях их эволюции (и особенно на их начальной стадии и стадии диссипации или трансформации). При этом наблюдение должно проводиться одновременно на всей акватории Мирового океана как единого физического процесса. Результаты такого методологического подхода будут продемонстрированы ниже (см. Часть II).

2. Существующие процедуры первичной архивации и современные базы данных

Многообразие проблем и задач, стоящих перед федеральными агентствами, научными и коммерческими организациями при разработке баз данных о тропических циклонах и создании их архивов определяет множественность подходов при формировании и организации архивов и баз данных региональных тропических циклогенезов. Сложное иерархическое построение архивных процедур, в первую очередь, зависит от пространственно-временной детализации информации при подготовке конечного продукта.

Ниже мы опишем систему организаций, поставляющих информацию о тропической зоне Мирового океана, рассмотрим архивные процедуры, используемые для поступающей сырой информации и оценим их полноту и детализацию.

2.1. Области и центры ответственности

Первичные данные о глобальном тропическом циклогенезе поступают из государственных центров зон ответственности и соответствующих агентств по предупреждению опасности (Neiman, 1993; Piekle and Piekle, 1997): Объединенный Центр тайфуноопасности (США), Национальный Центр ураганов (США), Бюро по метеорологии (Австралия), Японское метеорологическое агентство (Япония), Метеорологическая служба Фиджи (Фиджи), Филиппинская администрация атмосферной геофизической и астрономической служб (Филиппины), Метеорологическая служба (Реюньон), Индийский метеорологический департамент (Индия).

рологическое агентство (Япония), Метеорологическая служба Фиджи (Фиджи), Филиппинская администрация атмосферной геофизической и астрономической служб (Филиппины), Метеорологическая служба (Реюньон), Индийский метеорологический департамент (Индия).

В соответствии с международными соглашениями и оперативными планами WMO зоны и центры ответственности распределены следующим образом (Piekle and Piekle, 1997):

- региональная ассоциация I (WMO, 1983), в зоны ответственности которой входит тропический район юго-запада Индийского океана, включая зону для Мадагаскара (Антананариво) и Маврикия (Порт Луи), зону для Реюньона (Сен-Дени), зону для Мозамбика (Мапуту) и для Кении (Найроби);

- региональная ассоциация IV (WMO, 1988), в зону ответственности которой входят: (1) — Северная Атлантика, Карибское море, Мексиканский залив; (2) — Северо-восточные районы Тихого океана к востоку от 140°з. д., Центр ответственности — Национальный Центр Ураганов США (ННС), (Майами, Флорида). В зону ответственности центрального района Тихого океана входит акватория, расположенная западнее 140 до 180°з. д. Центром ответственности центрального района Тихого океана является Центр Ураганов (СРНС), базирующийся в Гонолулу (Гавайи). В зону ответственности северо-западного района Тихого океана, входит акватория, расположенная к западу от 180° до восточного побережья Африки. Центром ответственности является Объединенный Центр предупреждения тайфуноопасности США (JTWC), Гуам / Перл-Харбор;

- региональная ассоциация V (WMO, 1989), в зону ответственности которой входят районы тропической зоны южного Тихого океана и юго-востока Индийского океана, включая: (1) — зоны для Австралии, (Перт, Дарвин и Брисбен), Папуа-Новой Гвинеи (Порт-Морсби) и Индонезии (Джакарта); (2) — зоны для Фиджи (Наинди) и Новой Зеландии (Веллингтон);

- WMO/ESCAP — Комиссия по тропическим циклонам (WMO, 1986), в зону ответственности которой входят акватории Бенгальского залива и Аравийского моря, включая: (1) — зоны ответственности для Индии (Калькутта, Бенгальский залив) и Бомбей (Аравийское море); (2) — зоны ответственности для Пакистана (Карачи), Бангладеш (Дакка), Бирмы (Рангун), и Шри-Ланки (Коломбо);

- ESCAP / Комитет по тайфунам (WMO, 1987), в зону ответственности которого входит акватория северо-западного района тропической зоны Тихого океана, включая: (1) — зоны ответственности Китайской Народной республики (Дальний, Шанхай,

Гуанджи), для Республики Корея (Сеул), Вьетнама (Ханой) и Японии (Токио), в этот район входят акватории Южно-Китайского и Желтого морей; (2) — зоны ответственности для Филиппин (Манила) и Гонконга (Королевская обсерватория), включают акватории северной части Тихого океана западнее 135 до 115° в. д. и севернее 5 до 25° с. ш.

По целому ряду социально-экономических и естественно-географических причин вклад каждой из организаций в процесс архивации данных глобального тропического циклогенеза резко неэквивалентен. Центры JTWC и ННС играют ключевую роль в процессе сбора, хранения и передачи информации заинтересованным организациям. Ниже мы рассмотрим формирование и структуру информационных услуг ряда центров ответственности.

2.2. Услуги и информационные продукты центров ответственности

В соответствии со специальными инструкциями Объединенный Центр тайфуноопасности (JTWC) предоставляет целый ряд стандартных услуг и информационных продуктов для заинтересованных организаций в пределах своей зоны ответственности. JTWC выпускает следующие информационные продукты:

— извещения о состоянии погоды в тропиках; издается ежедневно или по мере необходимости для описания всех тропических возмущений и их возможной эволюции в пределах срока действия извещения;

— предупреждение о формировании тропического циклона; описывает конкретную область, где синоптические, спутниковые и другие данные указывают на возможное развитие тропического циклона в пределах 24 часов;

— предупреждение о тропическом циклоне или о тропической депрессии; издается периодически в течение суток для обеспечения прогнозистов данными о положении, интенсивности, распределении ветра в ТЦ для зоны ответственности JTWC;

— прогностические сообщения; издаются в соответствии с предупреждениями для ТЦ, которые могут достичь стадий тропического шторма или тайфуна в северо-западной части Тихого океана.

Детальное описание продуктов JTWC и ежегодные отчеты по ТЦ за 1959–1998 гг. (в формате Adobe Acrobat) можно найти на сайте: <http://www.npmoc.navy.mit/jtwc.html>. Ежегодные отчеты JTWC содержат информацию о каждом ТЦ, включая траектории движения, интенсивности, обсуждения, сообщения об ущербе; данные анализа траектории тропического образования с учетом информации от всех поступивших источников ('post-analysis best track') (Tabl. I.1).

Национальный Центр Ураганов (ННС) обеспечивает оперативными данными и услугами организации и средства массовой информации США в пределах своей зоны ответственности. Основными видами информационной продукции являются:

- извещения о тропических циклонах для широкой публики;
 - извещения и прогноз для тропических циклонов;
 - сообщения о тропических циклонах;
 - прогноз положения тропического циклона;
 - сообщения о степени опасности тропического циклона;
 - обзор погоды в тропиках;
 - ежемесячник погоды в тропиках;
- и ряд других материалов.

Детальное описание информационных продуктов ННС можно найти на сайте: <http://www.nhc.noaa.gov>. (см. Tabl. I.1) Этот сервер содержит текущую базу метеорологических данных, исторический архив, а также письменную информацию от ННС или получаемую от официальных источников. Кроме того, сервер предоставляет в реальном масштабе времени выборку из официальных метеонаблюдений, прогнозы и предупреждения от правительственных (США) источников для внутреннего и международного использования.

Важно отметить, что ввиду специфики формирования предоставляемой информации для широкой публики и средств массовой информации, ее использование в чисто научных целях требует применения серьезного критического анализа (см. ниже). ННС публикует ежегодные сводные отчеты по тропическому циклогенезу в пределах своей зоны ответственности, которые включают следующие издания — «Сезон атлантических ураганов», «Сезон ураганов северо-востока Тихого океана» и «Тропические системы в Атлантике». Ежегодные отчеты по циклогенезу в указанных выше зонах ответственности публикуются эпизодически в научной периодике (*Clark, 1983; DeAngelis, 1984; Gunther and Cross, 1985; Mayfield and Rappaport, 1992, Mayfield and Avila, 1994; Williams, 1992; Lawrence, 1999; Pasch and Avila, 1999; Lander et al., 1999*).

Ежегодные отчеты по циклогенезу австралийского региона можно найти в журнале 'Australian Meteorological Magazine' (*Hanstrum et al., 1999; Shaik and Bate, 1999*).

При этом следует отметить, что при составлении указанных выше сводных отчетов и публикаций отсутствует единый системный подход к представлению исходной информации, что существенно затрудняет их использование при формировании на их основе научных баз данных региональных циклогенезов.

В заключение раздела отметим, что поступление интенсивной оперативной информации в глобальную систему Internet характерно только для зон ответственности JTWC и ННС. Что касается других центров ответственности, то поступающая от них первичная информация о региональных циклогенезах крайне неоднородна и фрагментарна. Особенно это касается тропического циклогенеза северной акватории Индийского океана. Указанные особенности первичной информации целиком отражаются и на качестве построения научных баз данных региональных циклогенезов.

2.3. Архивы данных глобального тропического циклогенеза

Главной задачей при изучении глобального тропического циклогенеза являлось решение проблемы единого формата представления исходных данных и формирования надежной и упорядоченной системы обмена глобальными данными.

Целенаправленное изучение глобального тропического циклогенеза стало возможно лишь с наступлением спутниковой эры с середины 60-х гг. До этого времени документированная информация о тропических циклонах в наблюдаемых акваториях Мирового океана была крайне фрагментарной и целиком зависела от вероятности встречи тропического объекта с судами или населенными областями суши (WMO, 1992; Neumann, 1993; Elsberry, 1987; Elsner and Kara, 1999). Тем не менее, попытки унификации фрагментарных и весьма разрозненных исторических данных, получаемых из различных источников, для формирования глобальной картины имеют несомненно важное значение. Однако в полной мере на сегодняшний день эта задача не решена, хотя и предпринимаются для этого большие усилия (Elsner and Kara, 1999). Даже при наличии спутниковой информации проблемы, включающие разработку стандартизированных методов интерпретации, формирование подходящих документальных процедур и форматов, а также разнородность исходных данных остались не решенными. Суть заключалась в том, что в первичных архивах данных, полученных из разных источников, использовались принципиально различающиеся цифровые и печатные форматы представления информации. Если проблема разнородности форматов могла быть устранена путем установления взаимных соглашений, то значительно труднее было решить проблемы неоднородности представления данных, таких как, различные периоды регистрации событий, отсутствие данных; различная документация на один и тот же тропический циклон в смежных акваториях; различающиеся синоптические сроки наблюдения; различные пороги интенсивности ветра для обозначения ста-

дий тропического циклона; различная практика наименования тропических циклонов; различное время усреднения при измерениях интенсивности ветра в различных акваториях (Neumann, 1992).

Проблема стандартизации при архивации данных по тропическим циклонам рассматривалась на техническом координационном совете (Токио, декабрь 1992), где был подготовлен формат сообщений для создания базы данных глобального циклогенеза. В последствии (в 1993 г.) формат сообщений был утвержден специальным советом WMO. Его стандартная форма приведена в книге (Neumann, 1993). Тем не менее целый ряд вопросов по стандартизованным методам интерпретации и усвоению передаваемой «сырой» (исходной) информации не был решен и, в первую очередь, это относилось к надежной системе обмена глобальными данными.

Несомненно принципиальным шагом при формировании базы данных глобального тропического циклогенеза было введение и широкое использование в практике обмена данными глобальной сети Internet (1995–1996 гг.)

В настоящее время ключевую роль в процедурах сбора глобальной информации по ТЦ и распространения информационных продуктов среди заинтересованных пользователей играет сайт солнечной обсерватории Гавайского университета (HSA) (Metcalf, 1996) (Tabl. I.2).

HSA выпускает следующие первичные информационные продукты:

- извещения о текущем состоянии в тропиках: список всех текущих регистраций, наблюдений и предупреждений по каждому тропическому циклону;
- карты траекторий (в форматах Gif и PostScript);
- листинги: таблицы количественных данных по каждому циклону в глобальном масштабе, включая год, число и месяц наблюдения; время наблюдения, имя шторма; географические координаты; скорость и курс перемещения шторма; оцененное значение давления в центре; максимальную скорость устойчивого ветра; тип шторма; тип наблюдений.

Исторический блок сервера (первичный архив) содержит листинги наблюдений с 1994 по 1999 гг. и архивы траекторий штормов (в формате Gif) для 1996–1999 гг.

Метеорологическая служба Великобритании (UK Meteorological Office) выпускает ежемесячные бюллетени (в принтовой форме и на сервере Internet) глобального тропического циклогенеза (Tabl. I.2) (UK Met. Office, 1999). Указанное издание содержит информацию по прогнозу только активных фаз ТЦ. Сервер UK MO содержит прогностическую информацию по недавним штормам, статистику ошибок прогноза, отдельные спутниковые изображения, отдельные де-

тали по трекам ТЦ. Никакой детальной (цифровой) информации по активным фазам ТЦ, ни по первичным стадиям, ни по пост-тайфунным стадиям сервер не содержит.

Серверы 'Tropical Cyclones' (Wisconsin-Madison USA) и SUPER Typhoon обладают лучшей коллекцией спутниковых изображений ТЦ, извещений по ТЦ и информационными продуктами, близкими по тематике (Tabl. 1.2) Документы на этих серверах представлены только в режиме 'real-time data' и не включают архивных блоков и блоков цифровой информации по ТЦ.

Из фрагментарных и достаточно разрозненных исторических данных, полученных из различных источников, в Национальном центре климатических данных (NCDC, США) был сформирован исторический архив первичных данных, демонстрационной версией которого является CD-ROM 'Global Tropical and Extratropical Cyclone Climate Atlas 2.0', выпущенный NCDC/NOAA в 1996 г. (GTECCA, 1996). Однако следует отметить, что степень достоверности первичной информации, представленной в этом источнике, скорее всего, невысока (особенно для данных до 70-х гг.). Использование этого атласа для формирования научных баз данных требует серьезного критического анализа содержащейся там информации.

Представленный краткий обзор по проблеме архивации данных глобального тропического циклогенеза показывает, что существующие архивы и серверы не выполняют в полной мере функций научных баз данных глобального циклогенеза.

Таким образом, на пути создания научной базы данных глобального циклогенеза стоит целый ряд препятствий — отсутствие единой идеологии накопления и хранения данных наблюдений и измерений; длительная децентрализация работ по сбору и хранению экспериментального материала (работы на региональных уровнях); отсутствие четко зафиксированной структуры выходных данных разных версий региональных систем сбора данных. Иначе говоря, необходима разработка принципов и структуры построения научной базы данных с включением этапов восстановления (реставрации) наблюдательной информации и приведения ее к современным вычислительным стандартам.

3. База данных глобального тропического циклогенеза «Глобал-ТЦ»

Поскольку организация и состояние рассмотренных выше архивов первичных данных не позволяют непосредственно использовать их в качестве научных

баз данных глобального циклогенеза, то целью этого раздела является детальное описание разработки научной базы данных «Глобал-ТЦ» (электронная версия) хронологических, кинематических, геофизических и климатологических характеристик крупномасштабных тропических возмущений в Мировом океане в течение 18 лет с 1983 по 2000 гг. (Pokrovskaya et al., 1993; 1994; Pokrovskaya and Sharkov, 1994c; 1997; 1999a, d). Именно с использованием этой электронной базы данных сформирована принтовая версия геоинформационной системы глобального циклогенеза, представленной в части II.

3.1. Принципы построения базы данных

Авторами этой работы (Pokrovskaya and Sharkov, 1993) в свое время была выдвинута идея исследования вероятностных характеристик интенсивности глобального тропического циклогенеза как сигналов сложной структуры в виде стохастического временного ряда последовательных событий. В соответствии с этим подходом были сформулированы следующие принципы построения базы данных.

1. Исходная информация должна содержать систематизированный в хронологическом порядке (обобщенный) каталог глобальных тропических возмущений в виде единой временной последовательности событий (поток событий) за период с 1983 по 2000 гг.

2. Для решения задач регионального циклогенеза аналогичный каталог должен быть сформирован и по шести регионам Мирового океана, являющимися наиболее активными генераторами тропических возмущений в процессе глобального циклогенеза.

3. Структура геофизических данных по каждому тропическому возмущению должна содержаться во втором (независимом) блоке информации базы данных.

4. Способы формирования вычислительной архитектуры базы данных должны обеспечивать независимый набор и хранение всех видов информации; достаточно быстрый поиск и представление информации; достаточно компактный способ хранения на стандартных ПК.

Основная трудность построения такой информационной системы заключалась в тщательной систематизации и критическом анализе исходного материала, поставляемого из различных регионов в различных информационных кодах и с резко различающейся детализацией.

В соответствии с рассмотренными выше принципами и поставленными научными задачами структура базы данных «Глобал-ТЦ» сформирована из трех блоков:

- хронологический блок глобального тропического циклогенеза (временная последовательность событий);

- эволюционный блок, отражающий детальную эволюцию каждого индивидуального события;
- геофизический блок, включающий гидрометеорологические параметры тропосферы в зоне действия тропических возмущений.

Ниже мы опишем блоки базы данных «Глобал-ТЦ» и их вычислительную архитектуру.

3.2. Методика подготовки данных

Первичная (исходная) информация о возникших в Мировом океане тропических циклонах за 1983–1992 гг. была получена от архива Гидрометеоцентра Российской Федерации, куда она поступала из региональных центров в виде телефаксных сообщений и хранилась в первичном архиве. В силу целого ряда объективных причин первичная информация обладала рядом недостатков, которые по прошествии времени невозможно исправить. Так в большей части сообщений о каждом конкретном ТЦ отсутствует предыстория возникновения и, как правило, отсутствует информация о начальной фазе развития возмущения. «Первой» информационная (фиксируемая) точкой развития ТЦ является стадия тропической депрессии, хотя известно, что в стадии первичного тропического возмущения ТЦ может существовать в течение нескольких суток. Примером может служить временная эволюция ТЦ ‘Eugene’ (NER, № 9904), где первичная стадия (L) наблюдалась 5 суток (см. Часть II). В ряде случаев отсутствовали данные в основные синоптические сроки. Почти всегда окончание жизни ТЦ фиксировалось в момент разрушения до стадии тропической депрессии, хотя также известно, что ТЦ может продолжать свою жизнь в виде замкнутой области низкого давления или в форме субтропического фронтального возмущения довольно долго. Как мы уже отмечали, такие образования прослеживаются современными спутниковыми методами вплоть до субполярного пояса.

Информация за 1993–1996 гг. была получена из архива данных сети Internet. Ей, к сожалению, также присущи отмеченные выше недостатки. Прежде, чем вся эта информация была помещена в базу данных «Глобал-ТЦ», она подверглась тщательному критическому анализу и, по возможности, дополнена.

Во всем блоке данных за 1983–1996 гг. отсутствует информация о первичных тропических возмущениях (стадии L), которые в дальнейшем не перешли в развитые формы ТЦ, за исключением периодов в 1988 г. (июль, август, сентябрь), 1989 г. (май, июнь, июль), 1992 г. (сентябрь, октябрь, ноябрь) для северо-западной акватории Тихого океана, когда Институт космических исследований РАН проводил экспедиционные работы в этом районе и была проведена специализированная работа по архивации данных по первичным формам.

База данных за 1997–2000 гг. была сформирована на основе ежедневной информации, полученной по каналам Internet с сайта Астрономической обсерватории Гавайского университета (URL <http://www.solar.ifa.hawaii.edu/>), где поступающая первичная информация из JTWC и региональных метеоцентров (Токио, Майами, Нью-Дели, Дарвин, о. Фиджи, о. Реюньон и др.) суммировалась и поступала в систему Internet в виде ежедневных пакетов данных.

Этот блок информации обладает существенно большей полнотой событий, происходящих в тропической зоне Мирового океана, чем информация за 1983–1996 гг. Однако следует отметить, что поступающая в сети Internet обобщенная первичная информация также имеет целый ряд существенных недостатков: сильная разнородность и неупорядоченность данных, получаемых от различных источников информации; отсутствие согласованных определений на одни и те же метеоявления; отсутствие жестко зафиксированной схемы предоставления информации; временные отключения информации; значительные искажения информации при передаче; субъективные оценки наблюдателей; использование различных языков (кроме английского) при описании метеопроцессов; включение в телеграммы посторонней (по отношению к тропической метеорологии) информации и т. д.

В связи с указанными особенностями поступающей первичной информации освещение событий, происходящих в шести регионах тропической зоны, неодинаково. Наименьшее количество поступающей информации присуще северной акватории Индийского океана, юго-западной акватории Тихого океана, центральной акватории Тихого океана.

Указанные выше ограничения создавали большие трудности при формировании унифицированного пакета последовательных файлов информации и требовали тщательной проверки и анализа уже на самом предварительном этапе сбора данных.

В связи с указанными особенностями поступающей первичной информации возникла настоятельная необходимость проведения специального этапа предварительной обработки данных (который иногда именуется в зарубежной литературе как ‘preprocessing’, а в отечественной — как критический анализ).

Разработанная авторами методика предварительного этапа включала ряд существенных элементов.

Прежде всего, полученная информация была систематизирована по отдельным регионам, в каждом из которых проведены временная и пространственная (координатная) привязки, проверена правильность и полнота сообщений, связанных с характерными климатическими особенностями каждого региона. Проверены основные характеристики, выраженные в циф-

ровых показателях нескольких отдельных метеозлементов или их сочетаний, так как они являются ведущими для учета роли ТЦ при решении того или иного практического вопроса. Особую трудность при анализе представлял процесс идентификации и классификации возмущений и их географической привязки, так как тексты сообщений содержали несогласованные значения одних и тех же метеозлементов и разнохарактерные определения места возникновения события.

Вопрос о дистанционных признаках первичных форм тропических возмущений являлся значительно более сложным и в определенной степени неоднозначным, поскольку сами физические системы существуют значительно менее структурированными по сравнению с развитыми формами ТЦ.

Под первичной формой тропического возмущения понималась отдельная тропическая метеорологическая система с очевидной организованной глубокой конвекцией, обычно от 100 до 300 миль в диаметре, берущая начало в тропиках или субтропиках, имеющая нефронтальные меняющиеся характеристики и сохраняющая их значение в течение 12–24 часов и более. Для Атлантического океана и других областей, где преимущественно образуются тропические (восточные) волны, под первичной формой тропического возмущения (стадия тропической волны) понималась ложбина или циклоническая кривизна в траектории восточных ветровых потоков с очевидной организованной глубокой конвекцией. Примером рассмотренной ситуации может служить временная эволюция ТЦ 'Vret' (ATL, № 9902), где инициирующая этот ТЦ тропическая волна просуществовала 11 суток (см. Часть II).

Для определения характера разрушения ТЦ и классификации стадии его диссипации необходимо было установить, в результате каких атмосферных процессов и с какими цифровыми значениями отдельных метеозлементов связано окончание жизни ТЦ (*Harr and Elsberry, 2000; Harr et al., 2000; Klein et al., 2000*). В первичных сообщениях эти сведения отсутствуют.

После проведения критического анализа и приведения информации к единому виду она была архивирована.

Для архивации в Институте космических исследований РАН была создана специализированная база данных «Глобал-ТЦ», для которой был разработан минимально необходимый перечень параметров, наилучшим образом характеризующий процессы, происходящие в тропической атмосфере, и на основе которого возможна тематическая обработка в интересах различных подходов к изучению проблем возникновения, развития и прогнозирования тропических возмущений.

Каждый вновь образующийся ТЦ или первичное тропическое возмущение, в дальнейшем не перешедшее в развитую форму ТЦ, составляет в базе отдельный файл информации, последовательно отображающий цикл его жизни.

Кроме общепринятых обозначений (*Pielke and Pielke, 1997; Liu et al., 1994*) стадий развития тропического возмущения TD, TS, STS, T были введены обозначения первичного тропического возмущения L и тропической волны W. Так как форма хранения информации в базе данных основана на фиксации координат центра возмущения, для отображения пространственного положения (координат) W за каждый синоптический срок наблюдения была выбрана точка, характеризующая ее среднее положение.

3.3. Хронологический блок

Целью этого блока данных является формирование единой хронологической последовательности событий глобального тропического циклогенеза в каждой из шести акваторий Мирового океана по годам за период 1983–2000 гг. (без подробной детализации каждого тропического возмущения). Таблицы каждого региона содержат ежегодный перечень возникших тропических возмущений с указанием координат возникновения, даты начала и конца его существования и максимальной стадии развития.

3.4. Эволюционный блок

Данные этого блока содержат информацию о периоде эволюции тропических возмущений с указанием энергетических, термических и кинематических характеристик каждого возмущения от начала его жизни до диссипации.

В каждом файле информации сообщается сокращенное название акватории, порядковый номер возмущения, имя ТЦ согласно международной классификации.

Далее следует:

- стадия развития (W, L — скорость ветра < 15 м/с; TD от 15 до 18 м/с; TS от 18 до 23 м/с; STS от 23 до 33 м/с; T > 33 м/с);
- дата наблюдения — число, месяц;
- время наблюдения — время по Гринвичу;
- координаты местоположения;
- давление в центре системы (глаз для ТЦ) в мб;
- скорость ветра в центре системы (стена глаза для ТЦ) в м/с;
- направление и скорость перемещения возмущения, в румбах и узлах (узел соответствует скорости, равной 1 морская миля / час или 0,51 м/с);
- размеры областей со скоростями ветра 50 и 35 узлов и их ориентация;
- прогноз интенсивности на 12 и 24 часа.

Большинство наблюдательных центров используют 10-ти минутное накопление для определения «устойчивой» скорости ветра.

Для классификации интенсивных ТЦ (стадия развития T) используется шкала Saffir / Simpson (*Pielke and Pielke, 1997*).

3.5. Геофизический блок

Этот блок включает информацию за ряд периодов 1986, 1988 и 1989 гг.

1. Геофизические данные восстановленные по космической информации ИСЗ NOAA (вертикальные профили температуры и содержания водяного пара) для тропической зоны северо-запада Тихого океана (5–30°с. ш., 100–180°в. д.) за периоды: сентябрь–декабрь 1986 г.; июль–сентябрь 1988 г.; май–август 1989 г.

2. Данные береговых станций аэрологического зондирования, расположенных в этой же акватории за указанный период.

3. Данные аэрологического зондирования с борта научно-исследовательского судна, проводившего экспедиционные работы в этой акватории за указанный период.

3.6. Вычислительная архитектура базы данных

В целях удобства пользования, обеспечения достаточно быстрого поиска интересующего фрагмента информации и компактного способа хранения была выбрана следующая архитектура:

- все виды информации независимо формируются хронологически в соответствии с временной шкалой;

- все типы данных записываются в виде бинарных файлов с информационным блоком фиксированной длины и повторяющимися блоками также фиксированной длины, количество которых указано в информационном блоке;

- конкретный способ разбиения на файлы выбирается из ожидаемого объема информации каждого типа;

- вся совокупность файлов каждого типа хранится в иерархической структуре поддиректорий, с тем чтобы в директориях каждого уровня находилось от нескольких десятков до нескольких сотен файлов.

Для информации о тропических циклонах имена файлов имеют вид: D:/МЕТЕО/TS/гг/TSггNN.DAT с характерным объемом файлов 0,5–4 Кб, при этом NN означает международный порядковый номер ТЦ в году.

Описанная схема построения базы данных позволяет достаточно просто осуществлять поиск данных различных типов, соответствующих интересующим исследователя пространственно-временным интервалом, и дает возможность в оперативном порядке использовать данные для внесения коррективов в методики проведения натурных экспериментов. Язык базы данных — Turbo Pascal (v.6.0) с использованием библиотеки Object Professional.

Многообразие видов информации базы данных «Глобал-ТЦ» могут быть использованы при исследовании проблемы изменений глобального климата, солнечно-земных связей, а также в задачах исследования условий возникновения кризисных ситуаций, включая вопросы предсказания экологически опасных атмосферных катастроф.