# **Организация системы мониторинга за климатическими изменениями в России и других странах**

Диплом

2007

# **Введение**

Информация о состоянии окружающей природной среды, об изменениях этого состояния используется человеком давно. Последние сто с лишним лет наблюдения ведутся регулярно - достаточно напомнить о метеорологических, фенологических и некоторых других наблюдениях.

**Вернуться в каталог готовых дипломов и магистерских диссертаций –**

[**http://учебники.информ2000.рф/diplom.shtml**](http://учебники.информ2000.рф/diplom.shtml)

С развитием техники, когда у человека появилась большая возможность воздействовать на природу, преобразовывать ее, полнее использовать природные ресурсы, геофизическая информация становится для него все более важной, необходимой. С помощью такой информации можно определять оптимальные природные условия для осуществления различных мероприятий, предсказывать как благоприятные, так и неблагоприятные факторы для ведения хозяйства, принимать меры для уменьшения влияния неблагоприятных условий на жизнь и деятельность людей. В состав такой информации входят данные наблюдений за фактическим состоянием окружающей среды, прогнозы изменений природных условий.

Известно, что длительное время наблюдения производились лишь за изменениями состояния природной среды, обусловленными естественными (природными) причинами.

Актуальность данной работы. В последние десятилетия во всем мире резко возросло воздействие человека на окружающую среду, стало очевидным, что бесконтрольная эксплуатация природы может привести к весьма серьезным негативным последствиям. В связи с этим возникла еще большая необходимость в детальной информации о состоянии биосферы.

Известно, что состояние биосферы изменяется под влиянием естественных и антропогенных воздействий. Однако есть существенное различие в результатах таких воздействий: состояние биосферы, непрерывно меняющееся под влиянием естественных причин, как правило, возвращается в первоначальное. Изменения температуры и давления, влажности воздуха и почвы, колебания которых в основном происходят около некоторых относительно постоянных средних значений, сезонные изменения биомассы растительности и животных - все это примеры таких естественных изменений. Средние величины, характеризующие состояние биосферы (ее климатические характеристики в любом районе земного шара, природный состав различных сред, круговорот воды, углерода и других веществ, глобальная биологическая продуктивность) существенно изменяются лишь в течение очень длительного времени (тысяч, иногда даже сотен тысяч и миллионов лет). Крупные равновесные экологические системы, геосистемы под влиянием природных процессов меняются также чрезвычайно медленно. Эти постепенные эволюционные изменения происходят только за промежутки времени, измеряемые историческими эпохами.

В отличие от изменений состояния биосферы, вызываемых естественными причинами, ее изменения под влиянием антропогенных факторов могут происходить весьма быстро; так, изменения, происшедшие по этим причинам в некоторых элементах биосферы за последние несколько десятков лет, сравнимы с некоторыми естественными изменениями, происходящими за тысячи и даже миллионы лет.

Естественные изменения состояния окружающей природной среды, как кратковременные, так и длительные, в значительной степени наблюдаются, изучаются существующими во многих странах геофизическими службами (гидрометеорологической, сейсмической, ионосферной, гравиметрической, магнитометрической и др.).

Для того чтобы выделить антропогенные изменения на фоне естественных (природных), возникла необходимость в организации специальных наблюдений за изменением состояния биосферы под влиянием человеческой деятельности.

Целью дипломной работы является рассмотрение организации системы мониторинга за климатическими изменениями в России и других странах. Поставленная цель позволила сформулировать следующие задачи исследования:

1. Рассмотреть организацию системы мониторинга в странах ЕС и США.

2. Проанализировать особенности организации системы мониторинга в России.

. Показать особенности преподавания темы «Климат Земли» и «Климат России» на уроках географии в 6 и 8 классах средней школы.

Отличия от излагавшейся за рубежом концепции глобальной системы наблюдений и научные основы мониторинга были изложены Ю.А. Израэлем в докладе на Первом межправительственном совещании по мониторингу, созванным в Найроби (Кения, февраль 1974 г.) (некоторые положения доклада были включены в документы совещания), в докладах на I Советско-американском симпозиуме по всестороннему анализу окружающей природной среды (Тбилиси, март 1974 г.) и на первом совещании группы экспертов по проекту № 14 программы «Человек и биосфера» (Москва, апрель 1974 г.). Основное содержание этих докладов опубликовано в журнале «Метеорология и гидрология» (Израэль Ю.А., 1974), в трудах и материалах совещаний (Израэль Ю.А., 1975). Позднее эти вопросы были подробнее изложены в работах (Осуществление в СССР системы мониторинга загрязнения природной среды, 1978).

В 1975 г. появилась статья академика И.П. Герасимова о научных основах современного мониторинга окружающей среды (Герасимов И.П., 1975).

Хотя Ю.А. Израэль (Израэль Ю.А., 1980) и Р.Э. Мунн (Munn R.E., 1973) использовали определение мониторинга в основном применительно к антропогенным изменениям природной среды, этот термин некоторыми участниками международных совещаний толковался в очень широком смысле. Так, вновь предлагалось уже много лет существующие геофизические службы (их обязанности) объединить в систему мониторинга; на Первом межправительственном совещании по мониторингу (1974 г.) ставился вопрос об «экономическом», «научном» мониторинге (при этом имелось в виду не экономическое или научное обоснование мониторинга, а объединение системой мониторинга систем наблюдения или получения информации об экономическом развитии стран, о научном потенциале и исследованиях в различных странах). Такие предложения на совещании приняты не были.

На том же совещании были изложены основные положения и цели программы Глобальной системы мониторинга окружающей среды (ГСМОС) (Report of the international Meeting on Monitoring Held at Nairobi, 1974), где было уделено внимание, с одной стороны, предупреждению об изменениях состояния природной среды, связанных с загрязнением, а с другой - предупреждению об угрозе здоровью человека, угрозе стихийных бедствий, а также экологическим проблемам.

В последние десятилетия резко возросли темпы создания баз данных (БД) о состоянии природной среды. Только во Всероссийском научно-исследовательском институте гидрометеорологической информации - Мировом центре данных (ВНИИГМИ-МЦЦ) Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) с середины 60-х годов количество баз данных увеличилось от нескольких десятков на ЭВМ второго поколения до 200 на персональных ЭВМ с общим объемом, превышающим несколько сотен гигабайт. Ежегодное поступление национальных и международных данных в Российский Государственный фонд по гидрометеорологии и мониторингу природной среды (Госфонд) составляет не менее 2 - 3 гигабайт, и это без учета спутниковых данных. Более подробно с информационными ресурсами по гидрометеорологии и мониторингу природной среды в России можно ознакомиться по Интернет на Web-сайте ВНИИГМИ-МЦД <http://www.meteo.ru>.

В последнее десятилетие к работе по созданию баз данных подключились многие учреждения Росгидромета (Арктический и Антарктический НИИ - ААНИИ (http://www.aari.nw.ru), Дальневосточный региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт - ДВНИГМИ (http://www.hydromet.com.ru), Главная Геофизическая обсерватория - ГГО, Государственный океанографический институт - ГОИН (http://www.oceanography.ra), Государственный гидрологический институт - ГГИ, некоторые УГМС РАН (Тихоокеанский океанологический институт - ТОИ (http://www.paciric.marine.su), Институт океанологии им. П.П. Ширшова - ИО РАН), Госкомрыболовства (Атлантический, Тихоокеанский и Полярный научные институты рыбного хозяйства и океанографии - АтлантНИРО (http://www.bytecity.ru/ZAtlant), ТИНРО, ПИНРО), МО РФ (Государственный научный институт навигации и гидрографии - ГэсНИНГИ (http://www.vkesimo.navy.ru)). В стране насчитывается более ста учреждений, поддерживающих копии или крупные выборки баз и массивов данных о состоянии природной среды, и десятки учреждений целенаправленно занимаются подготовкой данных на технических носителях.

# **1. Организация системы мониторинга в странах ЕС и США**

## **1.1 Общее понятие о системе климатического мониторинга**

Систему повторных наблюдений одного и более элементов окружающей природной среды в пространстве и во времени с определенными целями в соответствии с заранее подготовленной программой было предложено называть мониторингом (Munn R.E., 1973).

Функционирование системы глобального и регионального климатического мониторинга, служб сбора климатических данных необходимо для практического использования представляемой информации о климате при ведении и развитии хозяйства, изучении климата и его возможных изменений и колебаний, для целей оптимизации взаимодействия человека с природой.

Такие данные уже длительное время собираются и представляются заинтересованным организациям и лицам многими национальными метеорологическими службами. Всемирная метеорологическая организация (ВМО) обеспечивает международный обмен этими данными и способствует их использованию в практической деятельности.

Исполнительный Комитет ВМО в 1977 и 1978 гг. (на XXIX и XXX сессиях), обсуждая Всемирную климатическую программу, в качестве первой задачи намечаемой программы назвал климатический мониторинг и представление климатических данных (Сокращенные отчеты XXIX и XXX сессий Исполнительного Комитета Всемирной Метеорологической Организации с резолюциями, 1977, 1978).

Определив мониторинг природной среды как информационную систему, позволяющую выделить изменения состояния биосферы под влиянием антропогенной деятельности, под термином «климатический мониторинг» будем понимать информационную систему, позволяющую выделять антропогенные изменения и колебания климата.

Очевидно, что для выделения антропогенных составляющих изменений и колебаний климата необходимы наблюдения, оценка и прогноз таких антропогенных изменений.

Если климат рассматривается как совокупность состояний атмосферы, повторяемость условий погоды, его можно описать набором статистических характеристик возможных состояний атмосферы. Состояние атмосферы определяется набором метеорологических величин, характеризуется совокупностью атмосферных явлений и процессов, поэтому наблюдения, измерения характеристик состояния атмосферы, осредненные за определенный интервал времени, будут непосредственно соответствовать мониторингу климата.

Состояние атмосферы, характер протекающих в ней процессов зависят от физических свойств и состава атмосферы, от воздействующих на нее факторов и могут существенно меняться в результате взаимодействия атмосферы со всеми элементами биосферы и в первую очередь с подстилающей поверхностью.

Именно поэтому для понимания изменений и колебаний климата необходимы данные о состоянии климатической системы атмосфера - океан - поверхность суши (с реками и озерами) - криосфера - биота и о взаимодействии элементов этой системы за длительный период времени, т.е. осуществление климатического мониторинга.

Очевидно, что для выделения антропогенных изменений и колебаний климата необходимо также тщательно изучить естественную изменчивость климата.

Сбор данных о климатах прошлого также можно отнести к климатическому мониторингу - для этой цели требуется создать систему сбора и изучения ископаемых и других косвенных данных о возможных колебаниях и изменениях климата за последние столетия, тысячелетия и более отдаленные интервалы времени (анализ колец деревьев, в том числе и давно погибших, образцов донных отложений, моренных отложений, колонок льда, пыльцевой анализ и т.п.). Все это позволит изучить влияние изменений климатической системы на климат в прошлом.

Для того чтобы изучить антропогенные изменения климата необходимо изучить влияние изменений характеристик подстилающей поверхности за счет антропогенного воздействия (строительства крупных гидротехнических сооружений, изменений площади лесных насаждений, строительства городов), изучить антропогенные изменения состава и оптических свойств атмосферы (за счет выброса аэрозольных частиц и различных газовых примесей), а также возможное влияние интенсивных тепловых выбросов. Оценка глобального атмосферного загрязнения и его влияния на климат признана ЮНЕП одной из целей Глобальной системы мониторинга окружающей среды (ГСМОС) (Материалы Межправительственного совещания по мониторингу, 1974).

Естественные и антропогенные изменения климата могут в свою очередь повлиять на состояние биосферы, вызывая различные экологические последствия, на нормальное функционирование отдельных популяций растений и животных, а также, причем существенно, на хозяйственную деятельность человека и в конечном итоге на его здоровье и благосостояние. Это может повлечь за собой экономические и социальные последствия (Федоров Е.К., 1979).

Этот раздел мониторинга является частью экологического мониторинга. Для его осуществления необходима организация специальной системы наблюдений: изучение воздействия на экологические системы в различных регионах, по-видимому, потребует комплексных наблюдений в зонах, не возмущенных локальной антропогенной деятельностью, типа биосферных заповедников.

Климатический мониторинг и службы получения климатических данных могут быть направлены на решение различных практических и научных задач. Так, решение множества практических прикладных задач - в сельском хозяйстве, водном хозяйстве, энергетике, строительстве, морских отраслях и других видах хозяйственной деятельности человека - требует обширной климатической информации. Служба сбора климатических данных для этих целей представляется необходимой, хотя очевидно, что такая служба выходит за рамки мониторинга антропогенных изменений климата.

Обширный набор данных об отдельных характеристиках элементов биосферы, о процессах, определяющих изменчивость климата, необходим для изучения изменений и колебаний климата, понимания таких изменений, выделения антропогенных составляющих. Это в первую очередь относится к изучению пространственно-временной изменчивости климата различного масштаба.

Прогноз сезонных и межгодовых колебаний климата требует организации специальной глобальной системы наблюдений, неравномерной в пространстве и во времени.

Очевидно, что наблюдения, направленные на изучение изменчивости, должны учитывать также инерционность климатической системы.

Анализ, оценка современного климата, прогноз его возможных изменений и колебаний требуют большого количества данных, ставят задачу всестороннего анализа состояния окружающей природной среды (Всесторонний анализ окружающей природной среды, 1975) и моделирования климата.

Таким образом, наиболее важными задачами климатического мониторинга являются сбор данных, анализ и оценка естественных и антропогенных изменений и колебаний климата (включая сравнение климатов прошлого с климатом настоящего), изменений состояния климатической системы, выделение антропогенных эффектов в тех изменениях климата, которые удается обнаружить, выявление естественных и антропогенных факторов, действующих в направлении изменений климата, и критических элементов биосферы, воздействие на которые может быстрее всего привести к климатическим изменениям.

Для решения этих задач наряду с созданием системы климатического мониторинга требуется проведение широкой исследовательской программы, моделирования климатических колебаний и изменений.

Как уже отмечалось, получение климатических данных широко используется в практической деятельности человека, так как наиболее разумным направлением хозяйственной деятельности является наилучшее приспособление развивающегося хозяйства к существующим климатическим условиям. В связи с этим параллельно с климатическим мониторингом в этом разделе будут описываться и те стороны служб сбора климатических данных, которые представляют информацию, выходящую за пределы приведенного выше определения мониторинга.

Тем не менее, необходимо отметить, что все эти информационные системы тесно связаны между собой.

С учетом всего сказанного, широкий круг вопросов климатического мониторинга и вопросов, относящихся к возможным изменениям и колебаниям климата, можно сгруппировать по следующим основным разделам (Израэль Ю.А., 1979):

. Измерение основных метеорологических величин, изучение и анализ атмосферных явлений и процессов, характеризующих соответствующий режим погоды (сюда относится и получение климатических данных для использования при организации и ведении хозяйственной деятельности).

. Мониторинг состояния климатической системы. Сбор данных, характеризующих реакцию климатической системы и ее элементов на любые естественные и антропогенные воздействия.

. Мониторинг внутренних и внешних факторов (особенно мониторинг антропогенных факторов), воздействующих на климат и состояние климатической системы; мониторинг источников этих воздействий.

. Мониторинг возможных физических и экологических изменений в окружающей среде в результате климатических изменений и колебаний (сюда относится мониторинг большинства косвенных показателей изменчивости климата).

В настоящее время со спутников возможно измерение большинства метеорологических величин и основных характеристик климатической системы. Иногда эти измерения затруднительны, точность их еще не высока, однако некоторые наблюдения со спутников проводятся уже более успешно, чем с помощью наземных средств.

С учетом возможностей существующих и развивающихся спутниковых систем и целесообразности организации тех или иных измерений для получения более точной информации о климате Земли и состоянии климатической системы выделим следующие направления функционирования спутниковых систем.

. Измерения метеорологических величин и получение других данных, важных для понимания колебаний и изменений климата, в местах, где имеются наземные наблюдательные средства.

. Измерения тех же величин в труднодоступных для наземных измерений районах:

а) в континентальных областях,

б) в океанических областях.

. Измерения величин и факторов, труднодоступных или не поддающихся прямым определениям с поверхности земли:

а) интегральных характеристик подстилающей поверхности (альбедо, величины, характеризующие энерго- и массообмен подстилающей поверхности с атмосферой);

б) некоторых компонентов радиационного баланса системы Земля - атмосфера (отраженное солнечное излучение и длинноволновое уходящее излучение земных объектов);

в) корпускулярного и жесткого электромагнитного солнечного и космического излучения.

. Использование спутников для оперативной передачи данных из труднодоступных областей земного шара.

Предлагается следующая приоритетность использования перечисленных возможностей (пункты 1 - 3) спутниковых систем для получения климатической информации:

Пункт 1 2 (а) 2 (б) 3 (а) 3 (б) 3 (в)

Приоритет .... III II I II I I

При определении приоритетности принималось во внимание наличие уже существующих наземных систем наблюдения.

В настоящее время со спутников проводятся (или могут проводиться) такие важнейшие наблюдения, как наблюдения полей облачности и ветра; температуры и влажности воздуха на различных высотах; температуры поверхности океана; протяженности (границ) морского льда и снежного сезонного покрова суши; зон, покрытых растительностью (и характеристик их состояния) на суше и планктоном в океане; влажности почвы, зон и интенсивности осадков; основных компонентов радиационного баланса (Ветлов И.П., 1977).

Поля облачности идентифицируются уже более десяти лет. Пространственное распределение и структура определяются путем фотографирования в видимом и ИК диапазонах. Ведутся успешные работы по измерению фазового состояния облаков (путем сопоставления результатов измерений радиояркостной температуры облаков в полосе поглощения жидкокапельной воды в области 0,8 см и радиационной температуры в окне прозрачности 10 - 12 мкм), высоты и температуры верхней границы облаков (фотометрическим и радиометрическим методами).

Требуется увеличение точности в определении высоты облачности. Этим целям должен служить Международный проект по спутниковой климатологии облаков.

Температурные профили в атмосфере определяются из анализа данных инфракрасного или микроволнового излучения в полосах поглощения для газов с известной концентрацией (двуокись углерода, кислород). Точность восстановленных профилей достигает 2 - 3 °С до высот 30 - 35 км.

Представляет интерес спутниковая информация о поле ветра, восстановленном по дрейфу облаков нижнего и верхнего ярусов. Скорость ветра в океане можно определять по повышению радиояркостной температуры, связанному с увеличением количества пены (ее образование начинается при скорости ветра 7 м/с). За счет этого эффекта возможно восстановление скорости ветра с точностью ±2 м/с в интервале 5 - 30 м/с (Кондратьев К.Я., 1982). Перспективно использование ИК лидарного зондирования, где точность может быть повышена. Для восстановления атмосферного давления используется метод поглощения СВЧ излучения (в области 30 - 70 ГГц), здесь точность может достигать 1,5 - 2,0 гПа.

Точность спутникового определения осадков невелика, поскольку оно основано на связи между яркостью облаков и интенсивностью осадков; здесь будущее, безусловно, принадлежит активной радиолокации.

Определение температуры поверхностного слоя воды океана производится с помощью измерений излучения в окнах прозрачности в ИК и СВЧ диапазонах спектра; точность измерений составляет ±(1... 1,5)°С и ограничивается (особенно в ИК диапазоне) поглощением облачностью, слоями пыли и другими атмосферными помехами. Необходимо подчеркнуть важность определения температуры поверхностного слоя океана; так, по этой величине можно приближенно определить энтальпию деятельного слоя океана и использовать эту величину для количественных суждений о турбулентном обмене тепла и влаги между атмосферой и океаном. В связи с этим нужны точности в определении температуры поверхностного слоя океана до нескольких десятых долей градуса.

Разрабатываются методы вертикального зондирования температуры и плотности подповерхностного слоя океана вплоть до границы слоя перемешивания. Точность определения температуры суши несколько хуже.

Границы и протяженность ледяного и снежного покровов определяются в видимом диапазоне с хорошей точностью. Сочетание одновременных наблюдений в видимом и ИК диапазонах позволяет определить различные типы полярных льдов, а измерения в микроволновом диапазоне (в области длин волн около 1,5 см) - различить с большой точностью области покрытия льдом и чистой воды, льды различного возраста и толщины.

Исключительно интересные данные были получены с помощью локатора бокового обзора (активная локация), действующего на советских метеорологических спутниках с 1983 г.

Важные свойства поверхности (растительность, количество планктона в океане) определяются с использованием многоспектральных изображений.

Количество и распределение планктона в океане может быть получено по данным измерений хлорофилла по полосе поглощения отраженного солнечного излучения в области 0,43 мкм и интенсивности люминесценции фитопланктона.

Определение влажности почвы и осадков возможно с помощью микроволновых радиометров.

Имеются широкие возможности измерений со спутников ряда характеристик элементов климатической системы и других параметров, подверженных антропогенным воздействиям.

Антропогенные воздействия могут существенно повлиять на мутность атмосферы, способствуют увеличению двуокиси углерода в атмосфере, появлению примесей, влияющих на озоносферу (галогеноуглеводороды, закись азота).

Слои пыли (мутность атмосферы) идентифицируются со спутников путем фотографирования области горизонта и углового распределения и поляризации рассеянной солнечной радиации.

Оптическая толщина атмосферы определяется по измерениям углового распределения отраженной солнечной радиации в интервалах видимого и ближнего ИК диапазонов спектра (0,55; 0,74; 1,0; 2,2 мкм).

Распределение аэрозольных частиц определяется из вертикального распределения коэффициента аэрозольного ослабления в полосах поглощения составляющих атмосферу газов с постоянной концентрацией.

Общее количество некоторых газовых компонентов атмосферы, таких, как водяной пар, двуокись углерода, озон, может определяться с использованием спектрометрии полос поглощения излученной тепловой (в ИК диапазоне для озона 9,6 мкм) и отраженной (и рассеянной) солнечной радиации в УФ диапазоне спектра. Возможно также определение вертикального распределения озона. Послойное определение водяного пара возможно по измерениям полос поглощения в области 6,3 и 20 - 25 мкм в ИК диапазоне и в области 1,35 см в СВЧ диапазоне

На взаимодействие океана с атмосферой, величину альбедо поверхности океана может существенно повлиять загрязнение нефтепродуктами, образование на поверхности океана пленок, нарушающих массообмен между океаном и атмосферой.

Данные о загрязнении поверхности океана получают путем измерения обратной солнечной радиации и собственного излучения. В системах дистанционного обнаружения нефтяных и других загрязнений используются излучения в ультрафиолетовом, видимом, инфракрасном и СВЧ диапазонах. Оценки изменения солености воды можно получить путем СВЧ радиометрических измерений.

Как отмечалось в предыдущей главе, роль спутниковых данных для получения информации об антропогенных изменениях поверхности суши исключительно велика. Эти данные важны для понимания причин возможных изменений климата. По данным со спутников можно оценить изменение растительного покрова за счет вырубки лесов, опустынивания, изменения характера сельскохозяйственных культур, что дает возможность судить о причинах изменения альбедо земной поверхности. Эффекты, связанные с урбанизацией, также сказываются на альбедо. Крупные ирригационные сооружения, перераспределение водных ресурсов влияют на характер влагооборота и альбедо поверхности; эти изменения и изменения снежного покрова в районе городов и промышленных районов легко прослеживаются со спутников при фотографировании в видимом и ИК диапазонах.

Компоненты радиационного баланса, соответствующие отраженному солнечному излучению (в спектральном диапазоне 0,3 - 3,0 мкм) и тепловому излучению с поверхности земли (в диапазоне длин волн 3 - 100 мкм), существенно зависят от антропогенных факторов (антропогенного изменения альбедо земной поверхности, интенсивности теплового излучения земных объектов).

Все компоненты радиационного баланса Земля - атмосфера определяются со спутников, причем некоторые компоненты могут определяться с лучшей точностью, чем с поверхности земли.

Антропогенные изменения в околоземном космическом пространстве также определяются с помощью спутниковых наблюдений. Так, искусственные радиационные пояса Земли были определены радиометрическими приборами, установленными на спутнике.

## **1.2 Климатический мониторинг в ЕС**

Термин «мониторинг» появился перед проведением Стокгольмской конференции ООН по окружающей среде (Стокгольм, 5 - 16 июня 1972 г.). Первые предложения по поводу такой системы были разработаны экспертами специальной комиссии СКОПЕ (Научный комитет по проблемам окружающей среды) в 1971 г. Упоминания об этой системе можно найти в рекомендациях Стокгольмской конференции; основные элементы мониторинга описаны в работе Р.Э. Мунна (Munn R.E., 1973). Сам термин «мониторинг», по-видимому, появился в противовес (или в дополнение) термину «контроль», в трактовку которого включалось не только наблюдение и получение информации, но и элементы активных действий, элементы управления.

В то время дискуссия велась по мониторингу загрязнений; мониторингу природных ресурсов уделялось лишь небольшое внимание. В дальнейшем рядом рабочих групп обсуждалась проблема мониторинга в целом. Однако можно усмотреть некоторые противоречия в выводах и предложениях этих групп. Многие в круг обязанностей мониторинга произвольно включали обязанности уже существующих геофизических служб; предполагалось создать универсальную Службу Земли, которая должна была бы представлять информацию о любых изменениях состояния природной среды на земном шаре, а затем смешивались обязанности этой службы и системы мониторинга.

На Первом межправительственном совещании по мониторингу, созванным в Найроби (Кения, февраль 1974 г.), был определен список приоритетных загрязнителей для их учета при организации мониторинга; было решено также установить контроль за параметрами, необходимыми для интерпретации результатов измерения загрязнений. Совещание высказалось за то, чтобы международное сотрудничество по организации глобального мониторинга строилось на основе существующих национальных и международных систем, чтобы максимально использовались для координирования и осуществления программ мониторинга специализированные агентства Организации Объединенных Наций (Report of the international Meeting on Monitoring Held at Nairobi, 1974). Большинство решений этого совещания было одобрено на II сессии Совета управляющих Программы ООН по проблемам окружающей среды (ЮНЕП) и получило признание (Martin B., Sella F., 1977).

Однако ряд целей, поставленных перед глобальной системой мониторинга, хотя и соответствует интересам как развитых, так и развивающихся стран, вносят некоторую неясность в распределение обязанностей между уже существующими системами (например, Всемирной службой погоды Всемирной метеорологической организации) и предлагаемой системой мониторинга. По-видимому, налицо желание показать в качестве результата необходимой работы ранее созданные, уже функционирующие в течение многих лет системы, вместо того, чтобы направить усилия па ликвидацию пробелов, связанных с отсутствием определенных данных об изменении состояния природной среды за счет антропогенных воздействий в существующих информационных системах. Конечно, такую работу необходимо проводить, опираясь на опыт, структуру и саму сеть существующих геофизических служб.

В соответствии с резолюцией Генеральной Ассамблеи ООН об охране глобального климата в интересах выживаемости человечества была подготовлена Рамочная Конвенция ООН по проблемам изменения климата. В 1992 году ее подписали 150 стан мира. Главная цель Конвенции - разработка стратегии сохранения климатической системы достижением стабилизации концентрации парниковых газов в атмосфере на таком уровне, который бы не оказывал неблагоприятного антропогенного воздействия на климат. Обеспечить оговоренный уровень необходимо за период времени, достаточный для адаптации экосистем к изменениям климата. К настоящему времени Конвенцию ратифицировали 176 государств, в том числе все республики бывшего СССР, за исключением Беларуси и Таджикистана. Каждая из стран-участниц приняла на себя ряд обязательств.

В последние годы, в связи с увеличением зависимости промышленных объектов от гидрометеорологических условий, в отдельных странах стали создаваться специальные базы данных. Например, в Италии для энергетики создана база данных по 54 метеорологическим станциям с 1961 г., в состав которой включены сведения о продолжительности солнечного сияния, относительной влажности, состоянии неба, атмосферных осадках, направлении ветра и температуре воздуха (Вязилов Е.Д., 2001, С. 78).

В 1980 г. в Метеорологическом управлении Великобритании был создан большой архив данных (как по объему, так и по составу), предназначенный для обработки на ЭВМ (Ширман Р.Дж., 1982). В состав баз данных включены как исходные, так и расчетные характеристики. На основе синоптических данных, поступающих по каналам связи, создается месячный архив по Северному полушарию, отдельно выделяются массив данных по Британским островам и массив международных данных. На основе месячного архива создается годовой архив (рис. 1).



Рис. 1. Базы данных Великобритании (Вязилов Е.Д., 2001)

Морские данные с британских и зарубежных судов после сортировки и слияния формируют архивы временных рядов по данным кораблей погоды и плавучих маяков, исторические данные до 1960 г., массив годовой периодичности. Все эти базы данных записаны на 4000 МЛ.

В последние годы в ЕС бурно развивается направление космического мониторинга. Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) из космоса является быстроразвивающейся отраслью, а количество пользователей снимками, как в общественном, так и в частном секторе постоянно растет. На фоне расширяющихся рынков, изменений климата и террористических атак, и в связи с растущим стратегическим значением наблюдений Земли из космоса, все более признается необходимость координированных подходов в глобальном масштабе. С учетом этого, Европейское космическое агентство (ЕКА), в тесном сотрудничестве со своими 17 странами-членами, национальными космическими агентствами, Европейской комиссией (ЕК) и организацией EUMETSAT, которая является оператором европейских метеорологических спутников, разработало европейскую политику в этой области на ближайшую четверть века. Она называется «Живая планета» (“Living Planet”).

Европа начала усиливать свои позиции в наблюдении Земли из космоса в 1970-х годах. Успех программы Meteosat, космические аппараты ERS-1 and ERS-2, а также усилия отдельных стран, например, французские спутники SPOT, - все это помогло Европе занять ведущие позиции в глобальном наблюдении Земли. С наступлением нового века появляется потребность более эффективно управлять окружающей средой, вести контроль природных ресурсов и углублять понимание климатических процессов.

В 2002 году был запущен ENVISAT, крупнейший космический аппарат ЕКА для наблюдений Земли. На его борту находятся 10 сложных приборов, ведущих наблюдения в оптическом и радиолокационном диапазоне и исследующих химические процессы в атмосфере. Они обеспечивают непрерывное наблюдение и контроль за земной сушей, атмосферой, океанами и ледовыми полями. Данные ENVISAT, собранные воедино, дают информацию о том, как функционирует система Земля, облегчают понимание факторов, приводящих к изменению климата. Более того, данные, получаемые с комплекта бортовой аппаратуры способствуют развитию прикладных задач коммерческого и оперативного характера. В частности, приборы MIPAS и SCIAMACHY позволяют построить глобальные трехмерные карты распределения в атмосфере метана и углекислого газа. А прибор AATSR дает глобальную картину распределения температур на поверхности океана с точностью 0,3 градуса C, а также состояние растительного покрова, лесов и сельскохозяйственных угодий (см. рис. 2, Приложение 1). Научная аппаратура MERIS измеряет «цветность» океана в широком диапазоне длин волн, и дает визуальную картину глобального потепления с помощью картографирования распределения фитопланктона, который отвечает за поглощение половины всего углекислого газа биосферой нашей планеты. Радиолокационный высотомер позволяет отслеживать малейшие изменения уровня моря, океанических течений и полярного льда.

Космический аппарат ENVISAT. Meteosat второго поколения, MSG, явился совместным проектом ЕКА и Европейской организации по эксплуатации метеорологических спутников EUMETSAT. Он обладает большими размерами и улучшенными характеристиками. Первый из планируемой серии космических аппаратов MSG был запущен в августе 2002 года и вошел в эксплуатацию EUMETSAT в начале 2004 года. Комбинация знаний ЕКА в космических технологиях и опыта EUMETSAT в эксплуатации метеоспутников в долгосрочной перспективе определили срок работы этой новой спутниковой системы на ближайшие 12 лет.

Космический аппарат MSG. MetOp, запуск которого состоялся в последний квартал 2005 года, стал первым европейским оперативным метеорологическим спутником на полярной орбите. Он представляет собой вклад Европы в новую совместную с Соединенными Штатами систему, которая будет предоставлять данные для мониторинга климатических условий и уточнения прогнозов погоды. На борту MetOp размещено новое поколение приборов, созданных в Европе, с улучшенными характеристиками дистанционного зондирования, в целях метеорологии и климатологии. Эта аппаратура дополнена американскими системами, проверенными в действии ранее. Новые европейские приборы повысят точность измерений:

температуры и влажности

скорости и направления ветра, особенно над океаном

распределения озона в атмосфере

Космический аппарат MetOp. MetOp включает серию из трех спутников, которые будут выведены на орбиту последовательно на протяжении 14 лет, начиная с 2005 года, и сформируют космический сегмент Полярной системы EUMETSAT`а (Polar System - EPS). Планируется произвести эти запуски с помощью ракеты-носителя Союз с разгонным блоком Фрегат, сборку которой осуществляет ЦСКБ-Прогресс в Самаре, Россия. Выведение этих космических аппаратов на орбиту осуществляет EUMETSAT, имеющий контракт на пусковые услуги с европейско-российским совместным предприятием STARSEM, которое обеспечивает технический интерфейс с носителем и предлагает современные монтажно-испытательные помещения на космодроме Байконур в Казахстане. Контракт на запуск двух аппаратов MetOp и опцион на запуск третьего аппарата, в целях европейской организации EUMETSAT, был подписан 18 декабря 2000 Жан-Ив Ле Галлем (Jean-Yves Le Gall), в то время являвшимся председателем и исполнительным директором фирмы STARSEM, и Тилманом Мором (Dr. Tillmann Mohr), генеральным директором EUMETSAT, в присутствии премьер-министров Франции и России.

Спутники MetOp составят первую европейскую систему на полярной орбите, которая будет решать задачи метеорологии и наблюдения за климатическими изменениями. Они будут располагаться на орбите высотой 840 км, гораздо ниже, чем геостационарные метеорологические спутники Meteosat. Аппараты Metop получат дополнительные данные, а также обеспечат ежедневное глобальное покрытие поверхности Земли.

Частью программы ЕКА «Живая планета» являются миссии, изучающие Землю, - Earth Explorer, - которые разрабатываются в исследовательских целях. Они распределяются по двум категориям:

«Центральные» миссии, направленные на решение конкретных крупных задач, представляющих большой научный интерес, и

малобюджетные, краткосрочные «Благоприятные возможности», которые необязательно возглавляет ЕКА.

Первая из таких «благоприятных возможностей» называется CryoSat и сфокусирована на изучение ледовой обстановки в полярных районах; запуск запланирован на середину 2005 года. Первая из «центральных» миссий, GOCE (Gravity Field and Steady-State Ocean Circulation Explorer), по изучению гравитационного поля и циркуляционных явлений в Мировом океане, последует в 2006 году. представляет собой космический аппарат (см. рис. 3, Приложение 1), рассчитанный на трехлетний срок службы и оборудованный радиолокационным высотомером для определения изменения толщины континентального ледового покрова Земли и ледового покрова приполярных морей. Его основной целью является проверка прогноза об уменьшении толщины арктических льдов в связи с глобальным потеплением.

Спутник GOCE должен предоставить уникальные данные, которые требуются для того, чтобы сформулировать глобальные и региональные модели гравитационного поля Земли с высокими пространственным разрешением и точностью. Это значительно продвинет вперед исследования в области установившихся процессов циркуляции в океане и в области физики внутреннего устройства Земли.

Среди других, уже отобранных, миссий, ADM-Aeolus (Atmospheric Dynamics Mission-Aeolus) намечена к запуску в 2008 году, чтобы сделать новые открытия в наблюдениях профиля ветра. Миссия SMOS (Soil Moisture and Ocean Salinity) по обеспечению глобальных наблюдений влажности почв и солености океана будет выведена на орбиту в 2007/8 годах.

В декабре 2004 года комитет ЕКА по промышленной политике дал «зеленый свет» контракту на услуги по запуску аппарата SMOS с фирмой EUROCKOT Launch Services GmbH базирующейся в Бремене, Германия. Вслед за аналогичными контрактами на запуски спутников CryoSat (в 2005 году) и GOCE (в 2006 году), SMOS станет третьим аппаратом серии Explorer, выводимым на орбиту EUROCKOT’ом.

Следующей миссией из этой серии станет SWARM. Решение о его запуске примерно в 2009 году было принято в конце прошлого года.

Ракетоноситель «Рокот» (Rockot) запускается с космодрома Плесецк, расположенном примерно 800 км севернее от Москвы. Рокот является одной из модернизированных российских межконтинентальных ракет, известной как SS-19, которые были сняты с вооружения по международному договору 1991 года. Адаптированная к гражданским пускам SS-19 использует, кроме своих двух жидкостных ступеней, новый разгонный блок «Бриз-КМ», разработанный и производимый в ГКНПЦ им. Хруничева для выведения коммерческих полезных нагрузок. EUROCKOT, европейско-российское совместное предприятие с 51 % немецкого капитала, было образовано в 1995 году в сотрудничестве с Центром им. Хруничева.

В конце октября 2006 года уникальная сеть Биосферных Заповедников ЮНЕСКО развернула новую деятельность - мониторинг глобальных климатических изменений. Среди 408 биосферных территорий в 94 странах, 138 расположено в горных местностях. А горы чрезвычайно чувствительны к глобальному потеплению. Таяние ледников недавно привело к смертоносным оползням, появилась угроза разреженности экосистем, а недостаток снега наносит экономический ущерб в отношении зимнего туризма. Чем больше сведений смогут собрать ученые из этих местностей для того, чтоб обрисовать общую картину глобальных климатических изменений, тем больше возможностей противостоять катастрофам в опасных условиях.

В партнерстве с Горными Исследовательскими Инициативами (MRI) в г. Берн (Швейцария), Международной Программой «Человечество и Глобальное изменение Окружающей Среды» (IHDP), Международной Геосферно-Биосферной Программой (IGBP), ЮНЕСКО выбирает биосферные заповедники на территории самых главных горных регионов мира в качестве целевых территорий новой программы мониторинга глобального климатического изменения. Кроме оценки влияний окружающей среды, изучение покажет, как глобальные перемены воздействуют на социально-экономические условия жителей горных регионов. Генеральный директор ЮНЕСКО Коитиро Мацуура объявил об этом проекте в обращении к участникам Глобального Горного Саммита, который начал свою работу 29 октября 2006 года, как кульминационное событие в рамках Международного Года Гор (ЮНЕСКО начинает программу мониторинга глобальных изменений).

Чувствительность гор к глобальным климатическим изменениям постепенно возникала на протяжении последних нескольких декад. Но впервые общественное внимание это привлекло в 2001 году, когда профессор Огайского Государственного Университета Лонни Томпсон прогнозировал, что Гора Килиманджаро (Танзания) лишится своего знаменитого снежного пика к 2015 году, если глобальное потепление будет продолжаться. Горы, заявил он, утратили уже 82 % вечной мерзлоты с 1912 года - и 33 % за последние десять декад. И пока огромное количество воды снисходит с тающих ледников на соседние низины в короткие сроки, водные запасы могут свестись к критическим показателям, если ледники исчезнут.

Такую же картину можно наблюдать во всем мире. В середине сентября в Кавказских горах разрушился ледник Колка, затопив деревни в Республике Осетия (Российская Федерация) тоннами льда и горной породы, и убив более 120 людей. Тем временем, все 37 ледников в Национальном парке Ледников в Монтане (США) драматично сократились за прошедшие 150 лет. Ледник Сперри потерял 11 % своего объема между 1979 - 1993 годами, а ледник Гриннел - на 63 % за 1938 - 1993 годы по данным Геологических исследований США (USGS). USGS прогнозируют, что все ледники исчезнут уже к 2030 году, если потепление такое будет продолжаться.

Европейские Альпы тоже не защищены. В июле аварийные работники выкачали озеро размером в 16 гектаров, которое образовалось в результате таяния ледника Бельведер на горе Монте Роза в Италии и грозило затопить итальянскую деревню Макугнага. И 23-километровый ледник Алетч, самый длинный в Альпах, также уменьшается. «За 1850 - 1980 годы этот ледник потерял половину своего объема», - сказал эксперт по горам Бернского Университета (Швейцария) Бруно Мессерли. «А за 20 лет с 1980 по 2000 годы ледник потерял четверть оставшихся 50 %. До конца нынешнего века этот ледник просуществует, так как его глубина сейчас составляет 900 метров. Но многие другие исчезнут» (ЮНЕСКО начинает программу мониторинга глобальных изменений).

Программа Окружающей среды ООН (UNEP) постоянно наблюдает за озерами, образованными из тающих ледников. В одних Гималаях 44 ледниковых озер наполняются с такой скоростью, что в следующие четыре или пять лет они могут прорвать удерживающие стены. И наряду с тающими ледниками, проблема наполняющихся озер приобретает уже опасный характер, ставящий под угрозу находящиеся рядом города и села.

Ледники тают естественным образом в летнее время. И это не знак глобального потепления. В стабильных климатических условиях лед, растаявший за лето, восстанавливается зимой с помощью снега. А вода с ледников образует основную часть главных рек мира. «Но», - добавляет Мел Ризонер, Директор Горных Исследовательских Инициатив, «во многих сухих или полусухих местностях люди зависят не только от количества ледниковой воды, но и от времени течения воды. Вода должна быть доступна в критическое время для орошения. Люди запасаются водой на период между снежными осадками и тающими ледниками. Сезон таяния часто самый теплый, самый сухой период года, обеспечивающий воду для орошения» (ЮНЕСКО начинает программу мониторинга глобальных изменений).

Но во многих горных регионах мира сейчас очень мало осадков зимой, так как зимы стали короткими и теплыми. Вместе с повышением температуры в летнее время это приносит большие потери для ледников, даже если слишком много воды приветствуется в ближайших селениях. «Но», - предупреждает г-н Ризонер, «Если исчезнут ледники там, где сельское хозяйство зависит от сезонного таяния ледников, других источников воды в летнее время уже не будет» (ЮНЕСКО начинает программу мониторинга глобальных изменений).

Идея использования биосферных заповедников для исследований глобальных изменений будет продолжением проекта Исследовательских Инициатив Глобального Наблюдения в Альпийской Среде (GLORIA), международной исследовательской сети, в рамках которой проводятся наблюдения за влиянием глобальных изменений на альпийскую растительность. GLORIA уже начали исследования в горных местностях Европы, и сейчас расширяют свою деятельность. «Это уникальная возможность иметь доступ к биосферным заповедникам самых больших горных регионов мира», - говорит г-н Мессерли. «Горные экосистемы - это наиболее подходящая местность для исследования глобальных климатических изменений».

Одной из европейских программ по исследованию Альп является АЛЬПЭКС - Альпийский горный метеорологический эксперимент. Это один из основных международных полевых экспериментов ПИГАП. Цель эксперимента - изучение воздушного потока в горном Альпийском районе.

Общий период наблюдений продолжался 13 месяцев, с 1 сентября 1981 по 30 сентября 1982 гг., и охватывал внешний полигон (30° с.ш. 60° с.ш., 30° з.д. - 37° в.д.). Однако основной массив данных был получен за Специальный наблюдательный период (СНП) с 1 мapтa по 30 апреля 1982 г. на внутреннем полигоне эксперимента (30° с.ш. 50° с.ш., 5° з.д. - 30° в.д.). В течение двух месяцев стандартные гидрометеорологические наблюдения были дополнены данными, полученными со специальных наблюдательных систем (суда, спутники, дрейфующие буи, баллоны постоянного уровня, радары, сеть микробарографов и т.д.).

Условно данные АЛЬПЭКС подразделяются на несколько типов. В основу классификации данных положен принцип их получения через ГСТ или по почте, степень полноты и обработки.

Данные, полученные через ГСТ (данные ГСТ-типа): аэрологические данные TEMP, TEMP SHIP, PILOT, PILOT SHIP, SATEM; наземные данные SYNOR, SHIP, SHRED; океанографические данные BATHY, TESAC, DPIBU, SATOB (температура поверхности моря); самолетные и спутниковые данные AIREP, CODAR, SATOB (ветер).

Данные не ГСТ-типа, полученные со спутников, сливаемые с форматом ГСТ-типа, спутниковые данные по ветру с низким разрешением, данные сбрасываемых парашютных зондов, аэрологические данные, полученные с системы NAVAID сводки AIREPS с научно-исследовательских самолетов, судовые приземные и аэрологические данные, AIDS (низкое разрешение); не сливаемые с форматом ГСТ-типа специализированные самолетные данные; данные с баллонов постоянного уровня, спутниковые данные температуры и влажности (высокое разрешение), океанографические данные, данные микробарографов, радаров и акустических зондов, данные получены на основе химических и металлических трасеров, лазерные и ИК-измерения, данные доплеровского радара, AIDS (высокое разрешение), осадки (высокое разрешение), данные на других носителях (МФ, фильмы и т.д.), спутниковая видеоинформация, полученные с самолетов фильмы облачности, документация самолетных вылетов, сводки погоды и другие документы ответственных центров данных (Вязилов Е.Д., 2001).

По степени обработки данные АЛЬПЭКС классифицированы следующим образом: данные уровня II а (оперативно полученные данные по ГСТ в пределах реального времени обработки); данные уровня III а (оперативный анализ в узлах сетки данных уровня II а); данные уровня II б (экспериментальный исследовательский массив данных, полученный, в отличие от данных уровня II а, в пределах задержанного времени обработки).

Данные разделены на предварительные и окончательные: предварительные данные - данные уровня II а и III а за период 15 января - 15 мая 1982 г. на МЛ и данные II а на МФ за СНП; окончательные данные - обработанные, проконтролированные, задокументированные данные ГСТ-типа, стандартные и специальные данные, полученные по ГСТ за СНП.

Согласно Плану управления данными АЛЬПЭКС, МЦД-А (Ашвилл, США) и МЦД-Б (Обнинск, Россия) выполняли функции архивации и распространения данных за СНП и океанографических данных за весь период наблюдений, а также выпускали каталоги данных АЛЬПЭКС (КАТАЛОГ данных АЛЬПЭКС, 1984).

В МЦД-Б поступило 164 МЛ с данными АЛЬПЭКС из МЦД-А (Великобритания), оперативного центра данных АЛЬПЭКС (Швейцария) и Специального центра данных АЛЬПЭКС (Швейцария). Из МЦД-А (Великобритания) в МЦД-Б поступили 24 МЛ с предварительными данными уровня II а за период 15.05.1982. Магнитные ленты содержат данные, собранные по каналам ГСТ (SYNOP, SHIP, AUTO-SYNOP, AUTO-SHIP, ASDAR, PILOT, PILOT SHIP, TЕМР, TEMP SHIP, BATHY, TESAC, DRIBU, SATEM, SATOB, AIREP) во всей зоне наблюдений АЛЬПЭКС и записаны в формате международного обмена (формат ПГЭП).

Сто двадцать одна МЛ с предварительными данными III а, содержащие результаты оперативного глобальною анализа за сроки 00, 06, 12 и 18 ч гринвичского времени за тот же период 15.01.1982 - 15.05.1982 гг. Магнитные ленты записаны в формате ПГЭП. Анализ в точках широтно-долготной сетки с шагом 1,875 дан для 15 изобарических поверхностей (от 1000 до 10 мб) для высоты, температуры, составляющих горизонтальной скорости ветра, влажности, вертикальной скорости.

Две МЛ с топографическими данными с высоким разрешением для внешней территории АЛЬПЭКС: средние максимальные и минимальные высоты местности, основной тип местности, процентное соотношение суша - вода. Данные записаны в формате ПГЭП, уровень II с шагом 1,875 широтно-долготной сетки.

Из оперативного центра данных АЛЬПЭКС (Швейцария) получено 12 микрофильмов на 35 мм пленке. На каждом микрофильме содержатся следующие предварительные данные за СНП (1.03.1982 - 1.05.1982):

Европейский Метеорологический бюллетень, выпускаемый Метеорологической службой Германии;

фотографии со спутника МЕТЕО за 00 и 12 ч гринвичского времени;

самолетные данные;

ежедневные сводки погоды, содержащие краткое описание систем атмосферной циркуляции и погоды на внешнем полигоне эксперимента;

данные в квазиреальном времени, полученные ОЦДА со специальных наблюдательных систем (Вязилов Е.Д., 2001).

Из окончательных данных уровня II б в МЦД-Б поступило: 15 МЛ из МЦД-А с данными за СНП (01.03.1982 - 01.05.1982) по внешнему полигону эксперимента. Данные записаны в формате уровня II б. Данные ГСТ-типа представлены за трехчасовые периоды. Данные не ГСТ-типа (осадки, температура и влажность почвы) записаны за каждый день: 2 МЛ с самолетными данными (AIDS) из специализированного центра данных (Швейцария). Данные представлены за СНП (01.03.1982 - 30.04.1982).

В соответствии с Планом управления данными АЛЬПЭКС национальный центр данных АЛЬПЭКС (Германия) и некоторые Специализированные центры данных высылали в МЦД каталоги с информацией о данных АЛЬПЭКС, хранящихся в соответствующих центрах в форматах этих центров и не предназначенных для передачи на хранение в МЦД. К настоящему времени в МЦД-Б поступили два таких каталога.

Каталог данных АЛЬПЭКС из Национального центра данных АЛЬПЭКС (НЦДА) (Германия). Это каталог национальных станций, проводивших наблюдения в течение СНП АЛЬПЭКС. В каталоге указано, что НЦДА может представить на магнитных лентах данные наземных наблюдений (список станций, их номера, географические координаты, высота над уровнем моря приведены в каталоге НЦДА), данные верхних слоев атмосферы, данные по осадкам, снегу, данные по влагосодержанию и температуре почвы. Данные записаны на магнитные ленты в формате уровня II б, а синоптические данные наземных наблюдений с 01.09.1981 по 31.12.1981 гг. в формате, используемом Метеорологической службой Германии.

Каталог данных АЛЬПЭКС из Специального центра данных (Франция). Из СЦДА поступил каталог спутниковых радиометрических (AVHRR) данных за периоды интенсивных наблюдений в рамках СНП. В каталоге представлена следующая информация день (когда спутник проходил по восходящему узлу); название спутника, NOAA6 или NOAA7; номер орбиты; время прохождения спутника по восходящему узлу (по Гринвичу); долгота при прохождении спутника.

## **1.3 Климатический мониторинг в США**

Основная задача экологии - адекватный и своевременный климатический мониторинг. Проблема в решении этой задачи заключалась в основном в том, что невозможно было заранее предсказать, где именно на нашей планете в ближайшее время потребуется сконцентрировать внимание ученых всего мира. Ведь, чтобы создать полноценные лаборатории по всему свету потребуются нереальные финансовые вложения. Выход из этого «тупика» был найден с помощью создания мобильных систем мониторинга климата. Безусловно, передвижение целой лаборатории с ее оборудованием и сотрудниками - дело не простое; но это обходится намного дешевле, нежели строительство и оснащение нового комплекса. Таким образом, каждое новое передвижение лабораторий становиться событием чуть ли не мирового масштаба для экологов и физиков-атмосферщиков.

И перемещения исследовательских центров случаются достаточно часто. К примеру, после почти шести месяцев непрерывных измерений в Point Reyes National Seashore на побережье Калифорнии (США) мобильная система климатического мониторинга (в основном, оценки атмосферной радиации), принадлежащая американской программе ARM (Atmospheric Radiation Measurement) снова переезжает. Ее создание когда-то было инициировано Департаментом Энергии США (U.S. Department of Energy (DOE). На этот раз ее целью станет Niamey (Нигерия), где она задержится почти на год. Основные приготовления по перемещению лаборатории были проведены инженером Sandia National Laboratories, Марком Ивеем (Мобильная система измерения атмосферной радиации снова переезжает).

Программа CEDAR (Coupling, Energeting and Dynamics of Atmosphere Regions) финансируется Национальным научным фондом США и имеет целью увеличение возможностей наземных приборов при измерениях верхней атмосферы и объединение инструментальных и модельных данных. База данных CEDAR является совместным проектом Национального центра атмосферных исследований США и ряда организаций и институтов.

Каталог базы данных CEDAR включает информацию о расположении наблюдательных пунктов, данные которых представлены в базе, описание характеристик инструментов и параметров моделей. Помещена также информация о координаторах различных разделов (адреса, коды доступа).

База данных CEDAR содержит информацию, необходимую для анализа данных и моделей (документацию, каталожную информацию, геофизические индексы, карты, программное обеспечение, компьютерные модели). Некоторые из этих материалов могут быть получены с использованием средств телекоммуникационного доступа. Каталог содержит четкое описание условий, при которых пользователь может получить доступ к данным. В публикации содержится регистрационная форма для поставщика/ пользователя базы данных CEDAR.

Также как и в Европе, в США основное внимание уделяется наблюдению за Землей из космоса.

Так, космический аппарат GOES-12 (см. рис. 4, Приложение 2), оснащенный самой современной аппаратурой, был запущен в США 23 июля 2001 года (мыс Канаверал) на геостационарную орбиту (примерная высота 36 тысяч километров) и предназначается для наблюдений за состоянием окружающей среды, земного климата и околоземного космического пространства. GOES-12 позволяет получать изображения облаков в атмосфере Земли, измерять температуру и влажность в атмосфере, дает информацию о "космической погоде". Ученые оценивают качество первых полученных изображений с этого спутника как отличное. Данные настоящего эксперимента предполагается использовать для прогноза погоды и климатического мониторинга, а также обнаружения пожаров, контроля за состоянием озонового слоя и решения некоторых других задач (Мягкова И.Н.).

мая 2002 года был запущен спутник под названием Aqua (вода), который обошелся NASA почти в миллиард долларов (точнее, в 952 млн. дол.). В полном соответствии со своим названием он занимался исследованием перемещений воды в земных морях и океанах, а также в атмосфере и на поверхности Земли. А вместе с данными, полученными с уже запущенных спутников Jason 1 и "близнецов" Grace, планируется получить полную картину круговорота воды в природе, который и обеспечивает наличие жизни на Земле. В конце концов, водой покрыто 70 % поверхности нашей планеты.

Ученые также надеются, что информация со спутников Aqua, Jason 1 и Grace позволит более точно составлять метеопрогнозы, лучше прогнозировать развитие ураганов и вообще понять, как деятельность человека влияет на всю планету Земля в целом.

Совместный американо-французский спутник Jason 1 с помощью радара будет измерять форму поверхности океана, что позволит выявить картины перемещения, нагрева и охлаждения воды на всем земном шаре. А немецко-американские спутники-близнецы Grace займутся измерениями малейших изменений гравитационного поля Земли, в том числе вызванных перемещениями больших масс воды в мировом океане. Полноценная эксплуатация всех четырех спутников должна началась летом 2002 года.

Американское космическое агентство объявило также об успешном запуске на околоземную орбиту космического аппарата SORCE (Solar Radiation and Climate Experiment), призванного выявить закономерности воздействия солнечного излучения на климатические изменения на Земле. Свои исследования аппарат массой 287 кг и стоимостью 122 млн. долл. США будет проводить при помощи четырех приборов. Три из них предназначены для мониторинга интенсивности солнечного излучения и его спектра, а еще один - для измерения излучения с высокой энергией.

Запуск SORCE был произведен 25 января 2003 года при помощи трехступенчатого ракетоносителя воздушного базирования Pegasus XL (см. рис. 5, Приложение 2). Сначала ракета со спутником была поднята самолетом-носителем L-1011 на высоту 11890 м и доставлена в точку старта, расположенную над Атлантическим океаном на расстоянии 161 км от мыса Канаверал во Флориде. В заданной точке самолет сбросил ракету, а через пять секунд включился двигатель ее первой ступени. Через десять минут SORCE вышел на расчетную орбиту (Мягкова И.Н.).проработает на орбите пять лет, в течение которых аппарат получит ценные данные о количестве солнечной энергии, поступающей на Землю и влиянии ее на различные процессы, протекающие на нашей планете. Многие из измерений характеристик солнечного излучения будут проведены SORCE впервые. Разработка SORCE проводилась совместными усилиями NASA и Лаборатории атмосферной и космической физики университета штата Колорадо в Боулдере.

Суперсовременный центр экологического мониторинга в Панаме является первым подобным объектом, использующим исследования в области науки о Земле и космические наблюдения НАСА для раннего предупреждения руководителей стран Центральной Америки об экологических и климатических изменениях.

В пресс-релизе НАСА от 4 февраля 2005 года отмечается, что новаторская региональная система мониторинга, разработанная учеными из НАСА, получила название «СЕРВИР» - сокращение от испаноязычного названия «Региональная система визуализации и мониторинга для Мезоамерики».

февраля на церемонии открытия Панамского центра «СЕРВИР» присутствовали Президент Панамы Мартин Торрихос, руководители НАСА и официальные представители США и стран Центральной Америки.

Центр «СЕРВИР» располагает огромным интернет-архивом карт и спутниковых изображений, инструментами поддержки принятий решений и интерактивными возможностями визуализации. Он призван помогать правительствам и промышленности семи стран Центральной Америки и южных мексиканских штатов.

Система содержит дружественные к пользователю интерактивные инструменты, призванные сделать данные наблюдений за Землей и прогнозы НАСА бесплатно и легко доступными любому человеку, подключенному к Интернету.

НАСА разрабатывало эту систему в партнерстве с Агентством США по международному развитию, Всемирным банком, «Городом знаний» (Панама), Центром водных ресурсов влажных тропиков Латинской Америки и Карибского бассейна, Центральноамериканской комиссией по окружающей среде и развитию и компанией «Кейбл энд вайрлесс Панама».

В своих космических программах по климатическому мониторингу США тесно сотрудничает с Европой. Так, управление спутником "Ясон-1" (Jason 1), предназначенным для слежения за взаимодействием океанских масс и атмосферы и их воздействием на глобальный климат, было передано из Французского национального центра пространственных исследований (French Centre National d‘Etudes Spatiales) в лабораторию реактивного движения НАСА (JPL) в г. Пасадена, Калифорния. Тем самым была достигнута важная веха в реализации программы исследований, чрезвычайно важной для изучения климатических процессов на планете.

Отныне из JPL будет вестись круглосуточный мониторинг систем спутника в реальном времени, а также будут генерироваться и еженедельно передаваться на него управляющие команды. С их помощью будет определяться, в частности, текущая программа исследований. Французский центр управления спутниками в Тулузе будет решать инженерные и навигационные задачи. Обработка получаемой информации будет вестись в обеих центрах.

Спутник "Ясон-1", запущенный с авиабазы Ванденберг 7 декабря 2001 года, рассчитан на работу в течение пяти лет и призван продолжить цикл исследований топографии поверхности океана, слежения за циркуляцией мирового океана, изучения взаимодействия океана и атмосферы, улучшения прогнозов погоды и слежения за Эль-Ниньо, начатых по программе Topex/Poseidon. Спутник был изготовлен французской аэрокосмической компанией Alcatel.

Для обеспечения непрерывности поступления научных данных в работе со спутником задействованы три наземные станции слежения - в г. Уоллопс-Айленд, штат Вайоминг, в г. Покер-Флэтс, Аляска, а также французская станция Aussaguel.

На исследовательской станции "Белые горы" университета Калифорнии (г. Бишоп, США) 22 мая 2006 года состоялась встреча ученых по вопросу создания базовой станции наблюдений за глобальными климатическими изменениями в рамках программы ГЛОРИЯ (Глобальная инициатива по мониторингу и исследованиям высокогорий). На протяжении последних 3 лет здесь велись наблюдения за тем, как климатические изменения влияют на состояние растительности, почвы, фауны на 7 тестовых вершинах. Было признано, что существующая уже 55 лет станция "Белые горы" имеет большой потенциал научных исследований и может стать базовым полигоном ГЛОРИЯ.

Особое внимание в системе климатического мониторинга в США уделяется таянию льдов в Арктике. Так, два независимых друг от друга исследования, проведенных NASA с использованием разных технологий спутникового мониторинга, показали всплеск в процессе исчезновения арктического ледяного покрова в последние два года.

Одно исследование, проведенное в Лаборатории реактивных силовых установок в Калифорнии, показывает, что вечный арктический морской лед, которые обычно переживает сезон летнего таяния и сохраняется круглый год, уменьшился на 14 % всего за 12 месяцев 2004 - 2005 годов.

В целом уменьшение ледового покрова составило 720 тыс. квадратных километров, то есть область, почти равная Турции, исчезла всего за год.

Другая работа, проведенная Центром космических полетов им. Годдара в Мериленде, показывает, что скорость таяния вечного льда, составлявшая в среднем 0,15 % в год со времени начала спутниковых наблюдений в 1979 году, внезапно резко увеличилась. В две прошедших зимы скорость росла на 6 % в год, то есть увеличилась больше, чем в 30 раз.

Изменения тревожат ученых и экологов, так как существенно превышают скорость, с которой, по прогнозу компьютерных моделей, будет таять арктический лед под влиянием глобального потепления, а она и так достаточно большая.

Если изменение климата не сдерживать, весь арктический лед растает к 2070 году, и люди смогут добираться по морю до Северного полюса. Но если новая скорость таяния сохранится, арктический лед исчезнет на десятилетия раньше.

«Это последние из целого ряда недавних исследований, и все они говорят нам, что изменение климата быстрее и неприятнее, чем мы думали, - заявил Тони Берк, бывший экологический советник правительства, а ныне приглашенный профессор Имперского колледжа Лондона. - Пропасть между скоростью, с которой меняется климат, и скоростью, с которой реагируют правительства, становится бездной. Мы должны перестать думать, что это просто еще одна экологическая проблема, которой можно заняться, когда есть время и ресурсы. Надо понять, что это все более насущная угроза нашей безопасности и процветанию» (ЮНЕСКО начинает программу мониторинга глобальных изменений).

Джим Хансен, ведущий климатолог и директор Института космических исследований им. Годдара в Нью-Йорке, выступил в октябре 2006 года с предупреждением в духе "сейчас или никогда" к правительствам всего мира, включая его страну, сказав, что они должны предпринять радикальные меры, чтобы предотвратить экологическую катастрофу планетарного масштаба. Он заявил, что для стран больше не жизнеспособна позиция "все как обычно" в сфере потребления ископаемого топлива.

«Я думаю, у нас есть очень кратковременная возможность заняться изменением климата, не больше десятилетия, в лучшем случае», - заявил он (ЮНЕСКО начинает программу мониторинга глобальных изменений).

В начале своего первого срока президент Джордж Буш вывел США из Киотского протокола, по замыслу, обязывающего страны снижать эмиссию парниковых газов. Однако общественное мнение в США начинает меняться, что продемонстрировал огромный успех документального фильма "Неудобная правда", где об изменении климата поведал бывший вице-президент США, сенатор Эл Гор.

Два арктических исследования NASA, опубликованных одновременно, делают первые шаги в разработке проблемы вечного, или "многолетнего" льда, в отличие от "сезонного" льда на краю ледового поля, который тает каждое лето.

Беспокойство по поводу скорости таяния до сих пор касалось именно сезонного льда: его летнее таяние и отступление с земного массива арктической части Канады и Сибири становится все заметнее. В сентябре 2005 года он отступил до самой низкой зарегистрированной отметки. Такого быстрого уменьшения раньше не наблюдалось. "Это тревожно, - заявил Джой Камисо, возглавлявший исследование Годдара. - Мы стали свидетелями уменьшения морского льда на 6 % в год в течение двух последних зим, и это, вероятнее всего, результат потепления из-за парниковых газов" (ЮНЕСКО начинает программу мониторинга глобальных изменений).

Д-р Сан Нгьем, возглавлявший группу, которая проводила исследование в Лаборатории реактивных силовых установок, заявил, что в предыдущие годы имелась некоторая изменчивость в состоянии вечного арктического льда. "Но она гораздо меньше и носит региональный характер, - заявил он. - Однако изменение, которое мы видим в 2004 - 2005 годах, огромно".

Британский профессор Джулиан Даудесвелл, директор Института полярных исследований им. Роберта Скотта в Кембридже, согласился, что изменения, продемонстрированные в ходе американских исследований, "огромны", добавив: "Остается увидеть, сохранится ли скорость изменений в последующие годы".

Уходящий 2005 год стал самым теплым в северном полушарии за всю историю метеонаблюдений. Об этом сообщили специалисты Агентства по климату США.

Вследствие этого уровень воды в арктических морях упал до рекордно низкой отметки, а площадь крупных ледников уменьшилась на несколько километров. По мнению руководителя центра климатического мониторинга США Джея Лоримора сокращение "снежных шапок" на севере может снизить способность региона отражать солнечную радиацию, что, в свою очередь, приведет к дальнейшему потеплению.

Рекордно высокие средние температуры по всему земному шару были отмечены в 1998 году. Как полагают специалисты, причиной феномена стало влияние тихоокеанского течения Эль-Ниньо. «Тенденции достаточно остры, … мы уже вернулись к показателям того примечательного периода», - сказал Лоримор (Десятилетие на спасение планеты). Но 2005 год стал практически таким же теплым и без влияния морских потоков.

Некоторые ученые видят причину этих катаклизмов в загрязнении окружающей среды. Однако другие полагают, что нынешняя ситуация является естественным природным процессом и не связана с деятельностью человека. Проблема глобальных климатических изменений объявлена приоритетной на саммите стран "большой восьмерки" в Глениглс (Шотландия) в июле этого года.

В настоящей главе отражены и обобщены существующие точки зрения специалистов различных стран и международных организаций на климатический мониторинг и службу сбора климатических данных.

В заключение следует еще раз подчеркнуть необходимость выделения из большого числа характеристик природной среды и факторов воздействия наиболее важных, приоритетных с точки зрения удовлетворения поставленным задачам, таких, как получение основных климатических данных для решения прикладных задач, определение характеристик состояния климатической системы и факторов воздействия на это состояние, необходимых для изучения и понимания изменений и колебаний климата в различных масштабах, выделения антропогенных воздействий и эффектов климатических изменений.

Наиболее актуальной задачей является организация такой системы мониторинга, с помощью которой стало бы возможным (конечно, в сочетании с моделированием климата и другими подходами) надежное выделение антропогенных и других эффектов и воздействий, связанных с наибольшим влиянием на климат и его изменения.

# **2. Организация системы климатического мониторинга в России**

В нашей стране обсуждение системы мониторинга активизировалось перед Первым межправительственным совещанием по мониторингу, созванным в Найроби (Кения, февраль 1974 г.) Советом управляющих Программы ООН по проблемам окружающей среды (ЮНЕП) (Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП)); нужно подчеркнуть, однако, что наблюдения за многими изменениями в биосфере, вызванными причинами антропогенного характера, осуществлялись уже и ранее, в частности гидрометеорологической службой Советского Союза.

## **2.1 Деятельность Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромета)**

Главная цель деятельности Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромета) состоит в снижении угрозы жизни населения и ущерба экономике страны от погодно-климатических явлений, обеспечении высокого уровня гидрометеорологической безопасности России.

Для достижения этой цели Росгидромет концентрирует усилия на решении следующих основных задач:

• Своевременное и качественное обеспечение органов государственной власти, населения, Вооруженных Сил и отраслей экономики Российской Федерации гидрометеорологической, гелиогеофизической информацией и данными о загрязнении окружающей среды.

• Развитие государственной системы наблюдения, оценки и прогноза состояния и загрязнения атмосферы, поверхностных вод суши, территориального моря, шельфа и околоземного космического пространства.

• Содействие повышению эффективности хозяйственной деятельности в «погодозависимых» отраслях экономики (авиации, морском, речном транспорте, ТЭКе, сельском хозяйстве, энергетике и т.д.) за счет предоставления обширной метеорологической и климатологической продукции и специализированного обслуживания.

• Развитие противолавинной и противоградовой службы и технологии активных воздействий на метеорологические и геофизические процессы.

• Поддержка и развитие научных исследований в области метеорологии, гидрологии, гелиогеофизики, мониторинга загрязнения окружающей среды, активных воздействий на метеорологические и геофизические процессы.

• Оценка и прогноз изменений климата, климатических (агроклиматических, поверхностных водных, ветро-, гелиоэнергетических и др.) ресурсов Российской Федерации.

• Обеспечение ведения Единого государственного фонда гидрометеорологических, океанографических и геофизических данных о состоянии окружающей среды, ее загрязнении, а также совершенствование технологии архивации данных.

• Активное участие в глобальном международном обмене гидрометеорологическими данными и обеспечение выполнения функций Мирового метеорологического центра Всемирной службы погоды (ВСП) в г. Москве и региональных специализированных метеорологических центров ВСП в городах Новосибирск и Хабаровск.

• Организация обучения, подготовки и повышения квалификации специалистов в области метеорологии, гидрологии, океанографии и смежных с ними областях.

Для исследования многолетних колебаний климата, совершенствования гидродинамических долгосрочных прогнозов погоды и восстановления информации о состоянии атмосферы Гидрометцентром России проводятся разнообразные эксперименты c гидродинамической моделью общей циркуляции атмосферы на сроки от нескольких лет до нескольких десятилетий.

Государственное учреждение «Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации» является ведущим научно-исследовательским и оперативно-методическим учреждением Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромета) в области гидрометеорологических прогнозов.

История Гидрометцентра России тесно связана с развитием гидрометеорологической науки в стране. В соответствии с Постановлением правительства о создании единой гидрометеорологической службы 1 января 1930 г. было организовано Центральное бюро погоды, преобразованное в 1936 году в Центральный институт погоды (с 1943 г. - Центральный институт прогнозов). В 1965 г. Центральный институт прогнозов и Объединенный вычислительный центр Академии наук и Главного управления гидрометслужбы были объединены в одно учреждение - Гидрометеорологический научно-исследовательский центр СССР, с 1992 г. - Гидрометцентр России. Важным событием, во многом определившим судьбу научных исследований в Гидрометцентре России, было присвоение ему постановлением Правительства Российской Федерации № 1167 от 14 октября 1994 г. статуса Государственного научного центра Российской Федерации (ГНЦ РФ). В январе 2007 года по решению Правительства Российской Федерации этот статус был сохранен.

Для погоды и климата не существует границ, поэтому поддержание национальной и международной инфраструктуры обмена данными гидрометеорологических наблюдений и прогнозов - необходимое условие для обеспечения функционирования системы гидрометеорологического обслуживания. В системе Всемирной службы погоды Всемирной Метеорологической Организации (ВМО) Гидрометцентр России обеспечивает выполнение международных обязательств Российской Федерации по международному обмену прогностической информацией и данными гидрометеорологических наблюдений и функционирует как:

Мировой Метеорологический Центр (ММЦ-Москва);

Региональный специализированный метеорологический центр в европейском регионе;

Национальный центр по гидрометеорологическим прогнозам.

Следует заметить, что в системе службы погоды ВМО, включающей на сегодняшний день 187 стран-участниц, существуют только три Мировых метеорологические центра - Вашингтон, Мельбурн и Москва. Все три ММЦ функционируют с 1965 года.

Главные задачи Гидрометцентра России:

Получение новых знаний о погодообразующих процессах в системе "атмосфера-океан-суша";

Оперативное обеспечение населения страны, государственных и хозяйственных структур гидрометеорологической информацией, включая предупреждения о неблагоприятных и опасных явлениях погоды.

Территория России характеризуется большим разнообразием климатических и погодных условий. От них в той или иной степени зависят практически все отрасли экономики. Опасные гидрометеорологические явления, такие как ураганы, шквалы, смерчи, град, цунами, пыльные бури, засухи, ливни, сели, наводнения, внезапные понижения температуры воздуха, снегопады, снежные лавины и другие, влекут за собой человеческие жертвы и наносят значительный материальный ущерб. Интенсификация производства и усложнение его производственной инфраструктуры, применение более сложных технологических процессов, освоение новых труднодоступных территорий и т.п. не только не ослабляет, а напротив, приводит к усилению влияния метеорологических факторов на хозяйственную деятельность. Увеличение числа жителей в населенных пунктах и городах, рост населения в прибрежных и подверженных наводнениям районах или других особо уязвимых для опасных явлений зонах приводит к тому, что все большее количество людей подвергается риску воздействий опасных природных явлений. Анализ данных о предотвращенном ущербе для основных отраслей экономики России показывает, что за счет своевременного прогнозирования и использования гидрометеорологической информации в среднем удается уменьшить экономические потери на 40 %. Наиболее подвержены действию погодных факторов сельское хозяйство (59 % от суммарного по экономике ущерба), энергетика, транспорт, строительство и коммунальные услуги (7 - 9 % от суммарного по экономике ущерба) (Добровольский С.Г., 2002).

В соответствии с Уставом ГУ «Гидрометцентр России» осуществляет оперативное информационное обеспечение исполнительных органов государственной власти и основных отраслей экономики, включая транспортный, топливно-энергетический, сельскохозяйственный и оборонный комплексы, а также гидрометеорологическое обеспечение в кризисных ситуациях, связанных с техногенными авариями и стихийными явлениями. Экономический эффект от использования гидрометеорологических прогнозов многократно превышает затраты на их производство.

Прогнозирование погоды - одна из сложнейших научно-технических задач. Ее эффективное решение возможно лишь такими средствами, которые в настоящее время принято именовать «высокими технологиями». В Гидрометцентре России имеются основные компоненты таких технологий:

иерархия сложных математических моделей атмосферы, океана и верхнего слоя почвы;

информационная среда, включающая огромные объемы разнообразных гидрометеорологических данных, поступающих со всего земного шара в режиме реального времени;

современная система телекоммуникаций и высокопроизводительный вычислительный комплекс.

Проводимые Гидрометцентром России исследования связаны в единую цепь «исследование - разработка - освоение» от создания теоретической базы гидрометеорологического прогнозирования до разработки методик и технологий прогнозирования и оперативного гидрометеорологического обеспечения. Гидрометцентр России имеет ведущую в стране научную школу по гидрометеорологии. Исследования ведутся в рамках приоритетного направлению науки, технологий и техники Российской Федерации «Экология и рациональное природопользование» и критических технологий Российской Федерации «Мониторинг окружающей среды», «Снижение риска и уменьшение последствий природных и техногенных катастроф», «Компьютерное моделирование», а с 2006 г. по приоритетному направлению развития науки, технологий и техники Российской Федерации «Рациональное природопользование» и критической технологии «Технологии мониторинга и прогнозирования состояния атмосферы и гидросферы».

Основные направления исследований Гидрометцентр России включают:

Фундаментальные и прикладные исследования гидрометеорологических процессов различного пространственно-временного масштаба, взаимодействия атмосферы с океаном, гидрологическими процессами на материках, криосферой и биосферой;

Разработка и развитие физико-математических моделей природной среды (атмосферы, океана, внутренних вод суши и др.);

Исследование предсказуемости гидрометеорологических процессов и развитие методов гидрометеорологических прогнозов различной заблаговременности, включая прогнозы опасных и гидрометеорологических явлений;

Создание современных информационных технологий сбора, контроля, обработки гидрометеорологических данных (наземных, аэрологических, самолетных, морских, спутниковых) и выпуска прогностической и аналитической продукции.

Согласно принятой в ВМО классификации различают несколько категорий прогнозов погоды - от сверхкраткосрочных прогнозов на несколько часов вперед (как правило, это прогнозы опасных явлений с коротким жизненным циклом - гроз, града, шквалов, снежных зарядов и т.д.) до долгосрочных метеорологических прогнозов (на сезон и более). Последние уже относятся к категории прогнозов короткопериодных климатических изменений. Сфера деятельности Гидрометцентр России охватывает весь спектр таких прогнозов.

Научная и оперативно-производственная деятельность Гидрометцентра России не исчерпывается прогнозом погоды. Он активно работает в области гидрологии вод суши, океанографии и морской метеорологии, агрометеорологии и выпускает широкий спектр различной специализированной продукции. Прогноз урожайности основных сельскохозяйственных культур, прогнозирование качества воздуха в городах, долгосрочный прогноз уровня Каспийского моря и других внутренних водоемов для управления водными ресурсами, прогноз речного стока и связанных с ним наводнений и паводков и т.д. также являются областями его научной и практической деятельности.

Научные исследования Гидрометцентр России проводит в тесной кооперации с зарубежными метеорологическими организациями в рамках Всемирной службы погоды и других программ Всемирной метеорологической организации (Всемирная Программа Метеорологических Исследований, Всемирная Программа Исследования Климата, Международный Полярный Год и др.), на основе Соглашений по двустороннему научно-техническому сотрудничеству с метеослужбами Великобритании, Германии, США, Китая, Монголии, Польши, Финляндии, Франции, Югославии, Южной Кореи, Вьетнама, Индии, а также в рамках Межгосударственного совета по гидрометеорологии стран СНГ. 11 сотрудников Гидрометцентра России являются членами различных экспертных групп ВМО.

Прогноз погоды - не только исключительно сложная, но и крайне ресурсоемкая задача. Высокое пространственное разрешение и богатое физическое «наполнение» прогностических моделей очень важно для повышения качества прогнозов. В современных атмосферных моделях представлены основные погодообразующие механизмы (облачно-радиационные взаимодействия, фазовые переходы влаги, турбулентность в пограничном слое, преобразования тепла и влаги в верхнем слое почвы, взаимодействие с растительным покровом и т.д.). Однако часть физических процессов при этом сознательно не учитывается или огрубляется из-за ограниченности ресурсов. Гидродинамические модели Гидрометцентра РФ прогнозируют не точечные, а осредненные по ячейкам расчетной координатной сетки характеристики. Все многообразие свойств атмосферы и подстилающей поверхности внутри ячейки представляется пространственно осредненными сеточными значениями. Пространственно-временная дискретизация и сглаживание сказываются на способности моделей воспроизводить локальные особенности метеорологических полей и, в первую очередь, экстремальные характеристики и резкие изменения погоды, как правило, представляющие наибольший интерес для потребителей прогнозов. В связи с этим важной вехой в развитии отечественной гидрометеорологической науки и прогностических моделей должно стать предстоящее техническое перевооружение организаций Росгидромета. В ходе реализации постановления Правительства Российской Федерации № 94 от 8.02. 2002 г. «О мерах по обеспечению выполнения обязательств Российской Федерации по международному обмену данных гидрометеорологических наблюдений и осуществлению функций Мирового метеорологического центра (ММЦ) в г. Москве» в первой половине 2008 года предполагается установка в ММЦ-Москва нового суперкомпьютера с пиковой производительностью не менее 8 Терафлоп (8000 миллиардов операций в секунду). Подобного рода системы имеются лишь в немногих ведущих метеорологических центрах ряда зарубежных стран (США, Великобритания, Япония, Германия, Австралия, Китай, Республика Корея). Можно надеяться, что в недалеком будущем многочисленные потребители гидрометеорологических прогнозов «почувствуют разницу» в качестве продукции Росгидромета.

## **2.2 Российские программы по исследованию климата**

Рассмотрим основные российские программы по климатическому мониторингу.

В программе «Исследование роли энергоактивных зон океана в колебаниях климата» - «Разрезы» участвовали многие учреждения РАН, Росгидромета, АН Украины. Целью программы было изучение короткопериодных флуктуаций климата путем проведения специализированных океанографических аэрологических наблюдений в энергоактивных зонах океана, изучение взаимодействия океана и атмосферы, анализ спутниковой информации, проведение специализированных спутниковых наблюдений, анализ отклика атмосферы на аномалии температуры поверхности океана и т.д. В тропических районах имелось сильное пересечение по целям и средствам с программой ВПИК-ТОГА.

Для программы «Разрезы» во ВНИИГМИ-МЦД было создано несколько баз данных. Одним из первых массивов, предложенных ВНИИГМИ-МЦД, было создание универсальной базы данных, включающей морские гидрометеорологические, аэрологические и океанографические наблюдения, т.е. данные представляющие собой единую вертикаль в океане и атмосфере (Режимно-справочные банки океанографических данных, 1989). Но из-за отсутствия долговременных и одновременных наблюдений в океане и атмосфере от создания такой базы данных пришлось отказаться. Следующим этапом в программе «Разрезы» было создание исторических массивов по данным температуры воды, воздуха и солености для энергоактивных зон Мирового океана. Но и эти базы данных невозможно было усвоить в численных моделях. Поэтому пришли к созданию баз данных синоптического типа. Так были созданы следующие массивы данных:

ЭАЗООКЕАН - океанографические данные по энергоактивным зонам, содержит исторические глубоководные данные по Норвежской, Ньюфаундлендской, Тропической ЭАЗО, ЭАЗО Гольфстрим и Куросио (температура, соленость, содержание кислорода на стандартных горизонтах), рассортированные по одноградусным квадратам и упорядоченные во времени за 1900 - 1981 гг.

Результаты сезонных съемок в ЭАЗО (1981 - 1985 гг.) - стандартные океанографические и метеорологические, в некоторых случаях актинометрические и аэрологические наблюдения.

«Вертикаль», сформированный по данным океанической станции погоды «С» за 1977 - 1979 гг.

Разрезы-океан - глубоководные океанографические данные по Северной Атлантике. Хронологический массив глубоководных наблюдений в Северной Атлантике, включающий сведения о температуре и солености на стандартных горизонтах за 1981 - 1984 гг.

Разрезы-метео - метеорологические данные по Северной Атлантике. Хронологический массив метеорологических наблюдений в Северной Атлантике, включающий сведения о температуре воды и воздуха, давлении, точке росы за 1981 - 1985 гг.

В 1979 г. IX конгресс ВМО принял решение об учреждении Всемирной климатической программы. Ее основной исследовательской частью является Всемирная программа исследования климата (ВПИК), официально начавшаяся с января 1980 года (Мягкова И.Н.).

Основные цели ВПИК заключаются в определении:

степени предсказуемости изменений климата;

степени влияния человека на климат.

Для достижения этих целей необходимо:

а) усовершенствовать знания в отношении глобальных и региональных климатических систем, их изменений во временных масштабах и нашего понимания механизмов, ответственных за изменение климата;

б) оценить тенденции изменчивости глобальных и региональных климатических систем;

в) разработать и усовершенствовать физико-математические модели, позволяющие моделировать и в итоге прогнозировать изменение климата в широком диапазоне пространственных и временных масштабов;

г) исследовать чувствительность климата к возможным естественным и антропогенным влияниям и оценить климатические изменения, возникающие в результате возмущающих воздействий.

Работа ВПИК организуется по трем направлениям. Первое направлено на расширение срока прогноза погоды на месяц и вплоть до сезона. Второе - на изучение межгодичной изменчивости климата в глобальном и региональном масштабах. Третье направление - изучение чувствительности климата к внешним воздействиям, таким, как изменение концентрации оптически активных или «парниковых» газов. К последним относятся углекислый газ, а также метан, фреоны, тропосферный озон, окислы азота и ряд других. План ведения ВПИК, одобренный на межправительственном совещании экспертов в мае 1986 года, состоит из ряда подпрограмм, проектов, каждый из которых, в свою очередь, состоит из многих подпроектов, экспериментов, работ по созданию специфических банков данных, созданию специальных наблюдательных систем (ЮНЕСКО начинает программу мониторинга глобальных изменений).

Первая компонента ВПИК - изучение прогноза климата атмосферы - нацелена на улучшение моделей общей циркуляции атмосферы, которые уже используются для прогноза погоды с тем, чтобы удлинить сроки прогноза до нескольких недель (или сезона). При этом важно уметь описывать источники и стоки энергии в атмосфере и на поверхности. Для достижения второй и третьей целей ВПИК модели атмосферы должны быть связаны с моделями океана, так как именно океан вместе с криосферой является наиболее инерционным звеном климатической системы.

Ввиду ограниченности пространственного и временного разрешения в численных моделях прогноза погоды и климата многие процессы, например, облачность, взаимодействие атмосферы с подстилающей поверхностью, не могут быть описаны детально или индивидуально параметризованы, т.е. обозначены в терминах крупномасштабных переменных, явно фигурирующих в модели. Разработка таких параметризаций требует данных большого количества специально поставленных экспериментов.

Работы по программе выполняются по следующим направлениям: глобальная климатология облачности и радиации по спутниковым и наземным данным; исследования радиации и облачности; наземные и самолетные измерения облачности и радиации; теоретические исследования взаимодействия облачности и радиации; спутниковые измерения характеристик облачности и радиации; региональный подспутниковый радиационно-облачный эксперимент. Международный спутниковый проект климатологии облачности ставит своей целью получение глобальных данных по распределению облачности, потоков радиации и их зависимости от полей ветра и температуры в атмосфере, от свойств подстилающей поверхности. ВПИК состоит из следующих подпрограмм.

Подпрограмма криосферных исследований направлена, в основном, на изучение морского льда и процессов, которые контролируют его распространение и толщину (Кондратьев К.Я., 1982).

Подпрограмма оценки чувствительности климата ориентирована на получение количественных знаний о роли различных астрономических (вариации потока солнечной энергии), геофизических (вулканический аэрозоль) или антропогенных факторов (увеличение концентрации парниковых газов, дым от пожаров ядерной войны).

Подпрограмма по климатологии облачности и радиации дополняет Международный спутниковый проект климатологии облачности и радиации. Ее цель - разработка параметризации облачности и ее взаимодействия с радиацией. Она включает составление банка данных и составление на этой основе атласа облачности, изучение физики облаков, создание моделей, изучение особенности облачности в полярных районах, спутниковые системы, подспутниковый эксперимент. Осуществлен запуск специализированных спутников, в том числе с участием Франции, в постановке специализированной аппаратуры для определения компонент радиационного баланса и облачности.

Подпрограмма по гидрологии и атмосферным процессам. Цель - параметризация влагозапаса в почве и поверхностного стока в зависимости от атмосферных переменных. Для этого запланировано проведение комплексных экспериментов, в которых будут измеряться эти характеристики, сток в речных бассейнах регионов (приблизительно 100 х 100 км), испарение, компоненты баланса энергии на поверхности почвы. Цель этой программы, как и предыдущих, состоит в обеспечении выполнения прогнозов погоды на долгие сроки и межгодичной изменчивости. Определяются изменения влагозапаса в почве и поверхностного стока в зависимости от свойств подстилающей поверхности и метеорологических полей. В 1986 г. уже проведен первый из серии таких экспериментов в Юго-Западной Франции, в 1988 - 1989 гг. близкий эксперимент проведен силами ряда учреждений России, Германии, Чехословакии на базе Курского полигона Института географии РАН.

Изучение чувствительности климата к изменениям состава атмосферы антропогенного происхождения. Состав атмосферы изменяется благодаря увеличению в нем концентрации углекислого газа, метана, фреонов, окислов азота. Все эти газы практически не влияют на поглощение в атмосфере солнечной радиации и увеличивают поглощение тепловой радиации поверхности и атмосферы, увеличивая этим парниковый эффект. Производится мониторинг многих из этих газов. Разрабатываются модели углеродного цикла и цикла других газов с целью определения будущих концентраций этих газов, разрабатываются сценарии будущего развития энергетики, которые дадут возможность определить эмиссии СО2 и метана в будущем. Разрабатываются модели для оценок чувствительности климата к этим газам. Усиленно изучаются палеоклиматические аналоги современных изменений климата на эпохи, которые предполагаются близкими к климату будущего столетия. Ведется детальная реконструкция и анализ флуктуации климата за последние 100 - 150 лет и за более отдаленные эпохи.

Программа исследования гидрологических и атмосферных процессов. Цель программы исследования гидрологических и атмосферных процессов (ПГИАП) - разработка методов параметризации потоков тепла и влаги на зонально-ландшафтной основе и выявление роли гидрологических процессов в формировании и изменении климата.

Программа состоит из четырех основных разделов. Первый включает в себя серию проводимых в различных природных зонах России международных экспериментов по исследованию взаимосвязи гидрологических и атмосферных процессов. Второй раздел программы предусматривает разработку моделей гидрологического цикла, тепло- и влагообмена, учитывающих ландшафтные неоднородности подсеточного масштаба. Для оценки роли ландшафтных неоднородностей разного масштаба намечено проведение экспериментов на глобальных климатических моделях. Третий раздел охватывает параметризацию и картирование теплового и водного балансов на региональном и глобальном уровнях по сезонам, месяцам и более коротким отрезкам времени. Четвертый - предусматривает усвоение результатов исследований в климатических моделях.

В выполнении программы участвовали 14 учреждений бывшего СССР. Координаторами программы были Институт географии РАН, Институт физики атмосферы РАН и Институт водных проблем РАН.

ПГИАП выполнялась в рамках Международного проекта экспериментальных исследований глобального круговорота энергии и воды. В 1987 - 1988 гг. в рамках ПГИАП проведен международный эксперимент КУРЭКС-88 - первый из серии экспериментов, планируемых на территории России. Аналогичные работы проводились или планируются во Франции, в США, Китае и других странах. КУРЭКС-88 охватывал гидрологический год с 15 ноября 1987 г. по 15 ноября 1988 г. Международная часть эксперимента осуществлялась с 13 июня по 22 июля 1988 г. В международной фазе КУРЭКС-88 участвовали специалисты из более чем 20 институтов бывшего СССР и 13 институтов Болгарии, Венгрии, Вьетнама, Германии, Китая, Кубы, Польши и Чехословакии. В эксперименте приняло участие около 200 специалистов, в том числе 35 из бывших социалистических стран.

Основное внимание было уделено изучению процессов тепло- и влагообмена между атмосферой и подстилающей поверхностью на ландшафтной основе в течение характерных гидрологических сезонов и фенофаз развития растительного покрова с целью их последующей параметризации. Ключевое место в эксперименте занимала проблема оценки влияния ландшафтных неоднородностей подсеточного масштаба на процессы тепло- и влагообмена суши с атмосферой в различных масштабах времени - от внутрисуточных до годовых отрезков времени, и пространства - от однородных выделов до масштаба ячейки моделей климата 100 × 100 км или 100 × 200 км.

Важная задача эксперимента - оценка водного и теплового балансов элементарных геосистем и на этой основе - интегральных балансов для бассейна р. Сейм в целом по годовым, сезонным и более коротким отрезкам времени.

В период эксперимента в основных ландшафтах Курской модельной области (водосбор р. Сейм) проводились синхронные измерения составляющих теплового баланса, пульсационные и фитометрические измерения, наблюдения за составляющими гидрологического цикла (атмосферные осадки, влажность почвы, склоновый и речной сток, уровни фунтовых вод, водно-физические характеристики почв и др.).

По результатам эксперимента создан архив данных международной фазы КУРЭКС-88. Архив включает в себя данные пульсационных измерений потоков тепла и влаги, теплобалансовых и актинометрических измерений, атмосферные осадки, данные измерений влажности почв, фитометрических измерений, данные о поверхностном стоке, водно-физических константах и структуре землепользования. Все вошедшие в архив материалы записаны в виде текстовых файлов (Мягкова И.Н.).

В рамках Межведомственного проекта "Меридиан" продолжены высокоточные измерения структуры вод Северной Атлантики, в результате которых зафиксированы ее долгопериодные климатические изменения, хорошо согласующиеся с изменчивостью крупномасштабной циркуляции океана. Впервые зафиксировано перетекание вод арктического происхождения у восточного материкового склона Северной Атлантики. В сочетании с также зафиксированным усилением двух традиционных источников арктических вод в Северной Атлантике (воды Датского и Фаррерско-Шотландских проливов) это говорит об интенсификации водообмена между арктическим бассейном и Северной Атлантикой. Обнаружено, что за последние пять лет произошло потепление (на 0,2 - 0,4°) и осолонение вод верхних 200 м, поступающих с Северо-Атлантическим течением в Норвежское море, а также потепление Северо-восточных глубинных вод, приходящих из Норвежского моря в Северную Атлантику. В бассейне Ирмингера за этот период времени произошло резкое потепление (на 0,3 - 1,5°) всей толщи вод свыше 2000 м. Для слоя термоклина и Лабрадорской воды это потепление сопровождается и осолонением на 0,02 - 0,04 единицы. Кроме того, структура Лабрадорской водной массы в этом районе стала двухмодовой из-за межгодовой изменчивости глубины проникновения зимней конвекции в море. В слое Северо-западных глубинных вод ситуация обратная - за пять лет произошло охлаждение (более чем на 1°С) и опреснение (на 0,02 - 0,06 ед.) этой водной массы, причем не у дна, а на 100 - 500 м выше. Изменения термохалинных характеристик за 40 лет показывают иные тенденции. Наблюдается общее опреснение и охлаждение вод ниже 1000 м. Напротив, в наиболее глубокой части бассейна Ирмингера у дна Северо-западная глубинная вода потеплела на 0,2 - 0,4°. Все изменения температуры и солености определяются, прежде всего, трансформацией во времени ядер водных масс.

Исследования климатической изменчивости характеристик ветровых волн позволило впервые выявить тенденции изменений высот волн в Атлантике и Тихом океане за период более ста лет. Было установлено, что в Северной части Тихого океана имеется устойчивая тенденция роста ветровых волн (до 8 см в 10 лет) за период с 1900 года. В то же время, в Атлантическом океане не отмечается сколь либо значимых трендов высот ветровых волн за последнее столетие. Однако, в течение последних четырех десятилетий имеется тенденция существенного роста ветровых волн в обоих океанах (до 8 см в 10 лет). Исследование экстремальных высот волн показало, что вероятные волны столетней повторяемости имели тенденцию к увеличению в северо-восточной Атлантике и северо-восточной части Тихого океана на 30 - 70 см за 30 лет. Эта изменчивость увязана с усилением интенсивности атмосферных циклонических образований в обоих океанах.

Для анализа роли процессов взаимодействия океана и атмосферы в поверхностной трансформации водных масс были оценены потоки плавучести на поверхности Атлантики за период с 1958 по 1999 гг. Сопоставление результатов с использованием температурно-соленостных и плотностных характеристик по данным моделирования с грубым и высоким разрешением показал, что использование грубого разрешения занижает примерно на 10 - 20 % (0,5 - 1,0 × 106 кг/м2) оценки потока массы за счет взаимодействия океана и атмосферы. Максимальные различия выявлены в областях максимальной кинетической энергии и вихреобразования - в первую очередь в Гольфстриме при формировании Субтропической модальной воды. Анализ результатов позволил идентифицировать наиболее мощную поверхностную трансформацию соответствующую образованию Лабрадорской воды (13 - 15 Св) и Субтропической модальной воды (9 - 12 Св).

В ходе выполнения работ по проекту "Меридиан" были оценены количественные показатели океанских изменений климата в Атлантическом океане на основе высокоточных экспедиционных наблюдений четырёх рейсов НИС "Академик Сергей Вавилов" и "Академик Иоффе". Была установлена устойчивая тенденция потепления и осолонения промежуточных вод субполярной Атлантики, что является показателем блокирования меридиональной циркуляции. В рамках анализа высокоразрешающих полей потоков тепла, влаги и импульса на границе океан-атмосфера были построены многолетние поля пресноводного баланса поверхности океана на основе инструментальных и спутниковых наблюдений. Это позволило достоверно оценивать области распреснения за счёт взаимодействия океана с атмосферой. Впервые получен замкнутый пресноводный баланс Мирового океана.

Получены новые оценки теплового баланса поверхности Мирового океана, которые позволили выполнить анализ перераспределения тепловой энергии в океане на междекадном масштабе, исследовать трендовые и межгодовые компоненты изменчивости и впервые построить картину океанских крупномасштабных изменений исключительно на основании данных о поверхностном тепловом балансе. Была разработана новая методология оценивания теплового баланса, основанная на введении в рассмотрение координат определяющих параметров, в которых и проводилось пространственно-временное осреднение, что позволило оценивать функции распределения для достоверного нахождения пространственно-временного среднего.

## **2.3 Международные проекты с участием России**

Особое значение для науки имеют данные специальных наблюдательных экспериментов, поскольку они позволяют проводить целенаправленные исследования природных явлений и физических процессов различного масштаба. В табл. 1 (см. Приложение 3) дан перечень основных национальных и международных проектов по изучению климата, выполненных в 1970 - 1990 гг. В МЦД-Б сосредоточен уникальный массив данных наземных, морских и аэрокосмических систем целого ряда международных экспериментов. Структурно они представляют собой 53 массива данных, содержащих результаты 35 видов наблюдений. Данные поступали из ответственных центров в виде листовых источников (таблицы, карты, отчеты), но главным образом, на различных технических носителях (микрофильмы, микрофиши, магнитные ленты). Основная масса информации занесена на магнитные ленты, общее количество которых превышает 5 тыс. Наиболее объемные массивы экспериментов АТЭП и ПГЭП являются довольно сложными по структуре и составу представленных в них данных.

Данные экспериментов записаны в международных форматах. В экспериментах, следовавших за ПГЭП, использовались в основном форматы ПГЭП, хотя имеются некоторые отличия (GRIB, GF-3). Сведения о данных международных экспериментов публиковались в специальных текущих и сводных каталогах. Описание массивов дано по следующей схеме: название эксперимента; основные научные задач эксперимента; период наблюдений, географическая область; содержание архива (виды наблюдений); объем архива (количество магнитных лент, микрофильмов); структура записи данных на магнитных лентах.

Одним из самых крупных научных проектов за послевоенные годы является Программа исследований глобальных атмосферных процессов (ПИГАП). В 1967 г. впервые был предложен план для реализации такой программы. Эта программа состояла из нескольких больших экспериментов: Атлантический эксперимент ПИГАП (АТЭП) в 1974 г., первый глобальный эксперимент ПИГАП (ПГЭП) в 1979 г., МУССОН, БОМЭКС, АЛЬПЭКС, МЕДАЛЬПЭКС и другие. Следует отметить, что материалы исследований и накопленные данные, полученные в период выполнения ПИГАП, еще до конца не проанализированы и будут еще долгие годы представлять интерес для разработки и оценки моделей анализа и прогноза для любого района земного шара. ПИГАП была организована под эгидой ВМО и Международного Совета научных союзов. Масштаб проектов можно представить по табл. 2 (см. Приложение 3).

Данные этих экспериментов находятся в режимно-справочном банке данных «Международные проекты и программы», который включает следующие массивы данных:

ПГЭП - первый глобальный эксперимент ПИГАП. Представлены данные но земному шару следующих видов наблюдений: приземная и морская метеорология, аэрология, спутниковые, самолетные, океанография, дрейфующие буи за период с 01.12.1978 по 01.12.1979 гг., полученные из Великобритании Канады, СССР, США, Германии, Швеции, Японии.

ЛМОНЭКС - летний муссонный эксперимент ПИГАП. Представлены данные следующих видов наблюдений: приземная и морская метеорология, аэрология, спутниковые, самолетные, океанография, дрейфующие буи. Географический район: Африка (восточная часть), Индийский океан (северная часть), Аравийское море, Бенгальский залив и прилегающие континентальные районы. Период: с 01.05.1979 по 31.08.1979 гг. Данные получены из Индии.

ЗМОНЭКС - зимний муссонный эксперимент ПИГАП. Представлены данные следующих видов наблюдений: приземная и морская метеорология аэрология, спутниковые, самолетные, океанография, дрейфующие буи по Индийскому океану (восточная часть тропической зоны), Тихому океану (западная часть) и прилегающим континентальным районам за период с 01.12.1978 по 05.03.1979 гг. Данные получены из Малайзии.

ЗАМЭКС - западноафриканский муссонный эксперимент. Представлены данные следующих видов наблюдений: приземная и морская метеорология, аэрология, спутниковые, самолетные, океанография, дрейфующие буи. Географический район: по Африка (западная часть) и Гвинейский залив. Период: с 01.05.1979 по 31.08.1979 гг. Данные получены из Швеции.

АТЭП - атлантический тропический эксперимент ПИГАП. Представлены данные следующих видов наблюдений: приземная метеорология, аэрология, аэростатные, спутниковые, самолетные, океанография, актинометрия по тропической зоне Атлантического океана за период с 01.06.1974 по 30.09.1974 гг. Данные получены из Великобритании, Германии, Канады, Мексики, Hидерландов, СССР, США, Франции.

АЛЬПЭКС - альпийский горный метеорологический эксперимент ПИГАП. Представлены данные следующих видов наблюдений: приземная метеорология, аэрология, спутниковые, самолетные, океанография. Горные pайоны Альп (30° с.ш. - 60° с.ш., 30° з.д. - 37° в.д. Период: с 01.09.1981 по 31.09.1982 гг.). Данные получены из Великобритании, СССР, Швейцарии.

ТОПЭКС - эксперимент по оперативному исследованию тайфунов. Представлены данные следующих видов наблюдений: приземная и морская метеорология, аэрология, спутниковые, самолетные, парашютные по северо-западной части Тихого океана за период с 29.07.1981 по 01.08.1983 гг. Данные получены из Японии.

ТОГА - тропический океан и глобальная атмосфера. Представлены данные по Мировому океану за период с 1985 по 1989 гг. из США, Франции, Великобритании.

Дадим описание некоторых экспериментов ПИГАП.

. Атлантический тропический эксперимент ПИГАП - АТЭП.

Международный Атлантический тропический эксперимент - первый эксперимент, который выполнялся в рамках ПИГАП с 17 июня по 23 сентября 1974 г. в тропической зоне Атлантического океана. Научные задачи АТЭП сформулированы в центральной программе и пяти научных подпрограммах эксперимента (Белоусов С.Л., Гофен А.М., 1981).

Главными задачами АТЭП являлись: получение материалов наблюдений и разработка способов оценки влияния мелкомасштабных тропических погодных систем на крупномасштабную циркуляцию; развитие численного моделирования атмосферных процессов и методов прогноза погоды.

Для достижения этих целей требовалось всестороннее исследование процессов различного масштаба, протекающих в тропической атмосфере и океане. Атмосферные процессы в тропиках условно разделены на следующие четыре масштаба: А (синоптический) - линейные размеры 1000 - 10000 км; В (облачных скоплений) - линейные размеры 100 - 1000 км; С (мезометеорологический) - линейные размеры 10 - 100 км; D (кучевой конвекции) - линейные размеры 1 - 10 км. В соответствии с глобальной задачей АТЭП - изучение процессов различных масштабов в атмосфере и океане - были организованы следующие наблюдательные полигоны:

А - весь район АТЭП - тропическая часть Атлантики и прилегающих материков от 10° ю.ш. до 20° с.ш.; сеть полигона А была образована станциями ВСП на континентах и 17 - 19 судами АТЭП в океане;

АВ - область океана в восточной Атлантике правильной шестиугольной формы, ограниченная 5° - 12° с.ш., 20° - 27° з.д. с центром в точке 8° 30' с.ш., 23° 30' з.д. и длиной стороны 3,5°; образован семью советскими судами (шесть в углах полигона и одно в центре);

В - центральная часть полигона АВ правильной шестиугольной формы, ограниченная 7° - 10° с.ш., 22° 12' - 24° 48' з.д. с центром в точке 8° 30' с.ш., 23° 30' з.д.; образован семью иностранными судами, оснащенными, в основном, системой зондирования OMEGA. Полигоны АВ и В предназначались для исследования мезомасштабных атмосферных процессов. К сожалению, погрешности измерений скорости ветра с помощью системы OMEGA на полигоне В оказались столь велики, что их очень сложно использовать в расчетах дивергенции. Наиболее полные и репрезентативные данные наблюдений были получены на полигоне АВ.

С - часть полигона В неправильной треугольной формы, ограниченная 8° 30' - 9° 15' с.ш., 22° 38' - 23° 30' з.д. с центром в точке 8° 45' с.ш., 23° 30' з.д.; предназначен для исследования атмосферных процессов масштабов С и D, а также мелкомасштабного взаимодействии океан - атмосфера; экваториальный океанографический полигон - для изучения системы океанических течений в районе экватора; океанографический полигон масштаба С - предназначен для изучения влияния атмосферных процессов масштабов В, С и D на структуру слоя перемешивания океана и обратного влияния океана на процессы в атмосфере.

АТЭП включал три фазы наблюдений на полигонах (I фаза с 28 июня по 17 июля, II фаза с 28 июля по 16 августа, III фаза с 30 августа по 19 сентября), три периода сравнения приборов, выполнение работ на разрезах. Программа наблюдений АТЭП, во-первых, определялась принадлежностью наблюдательной платформы к полигону того или иного масштаба. Во-вторых, для каждого полигона она состояли из стандартных наблюдений, обязательных для всех наблюдательных платформ этого полигона, и специализированных наблюдений, проводившихся на отдельных судах.

В соответствии с Международным планом управления данными АТЭП все страны-участницы представили свои данные в пять специализированных центров по научным подпрограммам: центр по изучению процессов синоптического масштаба - Англия; центр по радиационной программе - Россия; центр по конвективной подпрограмме - США; центр по программе погранслоя - Германия; центр по океанографической подпрограмме - Франция. Кроме того, все страны участницы направили данные по метеорологии в Англию и МЦД-Б (Обнинск). В двух Мировых центрах, таким образом, сформированы два идентичных массива данных АТЭП.

В МЦД-Б хранятся 722 магнитных лент с данными АТЭП: Англия - 96 МЛ, бывшая ГДР - 3, Канада - 18 МЛ, Мексика - 2 MЛ, Нидерланды - 3 МЛ, США - 499 МЛ, Франция - 6 МЛ, Германия - 41 МЛ. Вся информация, содержащаяся на МЛ, записана в соответствии с требованиями, определенными в международном формате ATЭП. Кроме магнитных лент, в фонде МЦД-Б содержится 189 микрофильмов с информацией АТЭП (129 микрофильмов с радарными наблюдениями за облачностью; 8 микрофильмов с радарными наблюдениями за осадками; 9 микрофильмов с самолетными данными; 2 микрофильма с данными наблюдений с аэростатов; 2 микрофильма со спутниковыми данными по облачности; 30 микрофильмов с данными наблюдений по метеорологии; 6 микрофильмов с океанографическими данными).

В отчете (Report from the WDC-A GATE Archives, 1977) представлен 21 набор, полученный в период программы АТЭП-74 с данными синоптических, аэрологических, судовых гидрометеорологических наблюдений, наблюдений за аэрозолями, SТD-данных, батометрических самолетных, термосоленографных, батитермографных, наблюдений за течениями.

. ВОСЕ

Глобальный эксперимент по изучению циркуляции океана (BOCЕ) является основной океанографической программой ВПИК, направленной на изучение течений Мирового океана, потоков тепла и веществ в нем. В ходе выполнения эксперимента выявляются связи между тремя основными океаническими бассейнами и Антарктическим циркумполярным течением, эффекты океанических вихрей. Основные цели проекта: разработать модели, пригодные для предсказания изменений климата, и собрать данные, необходимые для тестирования этих моделей; определить, насколько отдельные массивы данных «ВОСЕ» отображают долговременные изменения океана, и разработать методы определения долговременных изменений океанической циркуляции.

Период исследований: 1990 - 2010 гг. Цель программы: изучение долговременных изменений климата (периоды в несколько десятилетий). Географический район: земной шар. Учредитель: МОК, ВМО. Место хранения данных: МЦД. Страны-участники: СССР, США. Виды наблюдений: метеорология, океанография (World Ocean Circulation Experiment Data Information Unit).

Ниже представлена сводка полевых работ СССР (1985 - 1991 гг.) по программе ВОСЕ.

Проект 1. Атлантический океан. Одноразовые разрезы: зональные по 50°, 35°, 5° с.ш. (от берега до берега) и меридиональный по 52° з.д. (32 - 50° с.ш.). Повторные разрезы: зональные по 60° с.ш. (Америка - Гренландия - Великобритания); меридиональные по 40° з.д. (40° с.ш. - 50° с.ш.; 5° ю.ш. - 10° с.ш.).

Индийский океан. Одноразовые разрезы: зональные по 10° с.ш. и 10° ю.ш. (Африка - 80° в.д.) и меридиональный по 60° в.д. (10° ю.ш. - 10° с.ш.). Повторные разрезы: зональные по 10° с.ш. и 10° ю.ш. (Африка - 80° в.д.) и северо-западный район океана.

Тихий океан. Одноразовые разрезы: зональный по 50° с.ш. (от берега до берега, включая Охотское море) и меридиональные разрезы по 175, 165, 155° в.д. (к северу от 35° с.ш.).

Проект 2. Одноразовые разрезы: зональный разрез по 60° ю.ш. (тихоокеанская и индоокеанекая части) и меридиональные разрезы по 170, 115, 90° в.д. и 150° з.д. (от 60° ю.ш. до Антарктиды). Повторный меридиональный разрез от Тасмании до Антарктиды.

Проект 3 состоит из 3 подпроектов: 1) Взаимодействие субтропического и субполярного круговоротов (1990 - 1995 гг.); 2) Изучение внутритермоклинных линз средиземноморской воды и их роли в формировании промежуточного слоя в Атлантике (1990 - 1995 гг.).

# **3. Особенности преподавания темы «Климат Земли» и «Климат России» на уроках географии в 6 и 8 классах**

## **3.1 Изучение темы «Атмосфера» в 6 классе**

В этой теме раскрываются понятия об основных атмосферных явлениях и процессах, о погоде и климате и причинах, их обусловливающих, у учащихся развиваются умения и навыки в изучении погоды и в работе с метеорологическими приборами.

Формирование этих знаний, умений и навыков происходит в процессе и на основе регулярных наблюдений учащихся за погодой, проводимых под руководством учителя на всем протяжении курса VI класса. Для овладения понятиями «погода» и «климат» учащимся необходимо предварительно ознакомиться с процессами, происходящими в атмосфере, с отдельными элементами погоды (Чернихова Е.Я., 1973). Поэтому изучение темы начинается с понятия об атмосфере, частично уже известного учащимся из курса природоведения. После этого учащиеся переходят к рассмотрению тепловых процессов в атмосфере: знакомятся со способами измерения температуры воздуха, по материалам наблюдений обучаются вычислять средние суточные и месячные температуры воздуха и строить графики изменений температур, выясняют условия нагревания и охлаждения воздуха над сушей и морем, зависимость температуры воздуха от высоты над уровнем океана. Далее рассматриваются динамические процессы в атмосфере. Учащиеся получают элементарное понятие об атмосферном давлении и его изменении и приобретают навыки измерения давления при помощи барометра (ртутного или анероида) (Даринский А.В., 1975).

На основе этих знаний дается понятие о ветрах и причинах их образования: дети знакомятся со способами определения направления и силы ветра, шкалой для определения силы ветра и с устройством флюгера. В качестве примера ветров рассматриваются бризы и муссоны.

Затем изучаются явления и процессы, связанные с наличием в атмосфере водяных паров: зависимость содержания в воздухе воды от температуры, туман, облака, осадки, их виды, причины образования, изучаются также способы измерения количества осадков, в частности устройство и использование осадкомера и снегомерной рейки.

Ознакомление со всеми основными элементами погоды вместе с данными наблюдений служит основой для формирования у школьников понятий о погоде, о воздушных массах, о методах изучения и предсказания погоды.

Чтобы подвести учащихся к понятию о климате, повторяются уже известные им из курса природоведения знания о годовом движении Земли вокруг Солнца и тепловых поясах. Вслед за этим дается понятие о климате и, опираясь на понимание атмосферных процессов, раскрывается зависимость климата от различных факторов: от географической широты, близости морей и океанов, океанических течений, высоты места и характера рельефа. Общее понятие о климате конкретизируется понятием о климате своей местности. Опираясь на данные местной метеорологической станции и литературы, учитель дает характеристику местного климата и объясняет причины, от которых он зависит (Герасимова Т.П., 1959).

Первоначальные наблюдения за погодой учащиеся начинают в начальной школе. На всем протяжении обучения в VI классе ведутся систематические наблюдения за температурой воздуха, состоянием неба, силой ветра и характером осадков, и на основе полученных данных составляется ежемесячный календарь погоды (Максимов Н.А., 1972).

В VI классе наблюдения за погодой ведутся также в течение всего учебного года. Они имеют большое значение для учащихся в выработке умений и навыков по наблюдению за погодой, в записи и обработке данных наблюдений, характеристике типичной погоды, умении работать с метеорологическими приборами.

Наблюдения за погодой служат средством конкретизации знаний учащихся об атмосферных явлениях и процессах и создают основу для изучения всего материала темы. Содержание и организация наблюдений за погодой различаются во времени: 1) до изучения темы; 2) во время ее изучения в классе; 3) после изучения темы (Герасимова Т.П., 1959).

До изучения темы учащиеся не обладают знаниями об атмосферных процессах и элементах погоды. Наблюдения за погодой имеют цель накопить конкретные данные, нужные для прохождения темы, и закрепить умения и навыки, приобретенные в начальной школе. Опыт показывает, что до изучения темы необходимы (как минимум) следующие наблюдения: 1) за температурой воздуха; 2) за состоянием неба; 3) за направлением и силой ветра; 4) за осадками. Кроме того, полезно систематическое составление описания погоды за день, неделю, месяц, сезон (Даринский А.В., 1975).

Наблюдения за температурой воздуха важны прежде всего с точки зрения накопления материала для определения в дальнейшем изменения температур по сезонам года и для обучения учащихся вычислению среднемесячных температур. Кроме того, учащиеся, ведя эти наблюдения, учатся пользоваться термометром, правильно снимать его показания, записывать и обрабатывать результаты наблюдений. Для наблюдения за температурой воздуха может быть использован обыкновенный уличный ртутный термометр. Комнатный термометр, на котором нет шкалы для температур ниже 0°С, для наблюдения непригоден. Термометр устанавливается таким образом, чтобы он был защищен от осадков, от непосредственного нагревания солнечными лучами, а также от теплового воздействия нагретых предметов и почвы. Вместе с тем вокруг термометра должна быть обеспечена свободная циркуляция воздуха. Лучше всего поместить термометр в метеорологическую будку. При отсутствии в школе будки можно пользоваться термометром-пращом, вращая его в воздухе перед отсчетом температуры в течение одной-двух минут. В крайнем случае, временно можно закрепить термометр за окном школьного коридора или класса, в тени, на специальной планке. Наблюдение температуры ведется один раз в день, в одно и то же время: перед началом уроков (в 8 часов утра) или после уроков (в 14 часов). С начала второй четверти можно ввести трехкратное измерение температуры с выведением средней температуры за день (Чернихова Е.Я., 1973).

Остальные перечисленные выше наблюдения нужны в основном для составления описания погоды на данный день и для установления в дальнейшем изменения погоды по сезонам.

Состояние неба на первом этапе наблюдений определяется только общей облачностью, т.е. степенью покрытия неба облаками. Наблюдения за ветром ведутся с помощью флюгера, который устанавливается на географической площадке. Высота флюгера должна превышать высоту окружающих строений и деревьев или он должен быть прикреплен с таким расчетом, чтобы превышение этих предметов над флюгером было не более 1/20 их расстояния от него. Показывая учащимся, как определять по флюгеру направление ветра, необходимо подчеркнуть, что оно определяется по положению противовеса флюгарки, указывающего ту сторону горизонта, откуда дует ветер. Если флюгер прикреплен на значительной высоте, учащимся могут быть не вполне ясно видны направления прутьев. В этом случае целесообразно на земле вблизи флюгера прикрепить стрелку, показывающую северное направление (Половинкин А.А., 1955).

Наряду с флюгером можно использовать для определения направления ветра вымпел. Он представляет собой узкую ленточку (длиной до 1 м), привязанную к шесту, прикрепленному к вертикальному столбу с планками, указывающими направление сторон горизонта.

Сила ветра определяется на глаз, причем учащиеся могут пользоваться следующей упрощенной шкалой (Половинкин А.А., 1955):

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Направление ветра | Действие ветра | Сила ветра в баллах |
| Штиль | Дым поднимается почти прямо вверх | 0 |
| Слабый | Колеблются листья и тонкие веточки деревьев | 2 - 3 |
| Сильный | Колеблются большие ветви, качаются тонкие стволы | 5 - 7 |
| Очень сильный | Качаются деревья, ломаются сучья | 10 - 12 |

Осадки регистрируются только по их виду и характеру (например, сильный дождь, слабый, моросящий снег, сильный снег и т.д.).

Наблюдения за погодой начинаются с первой же недели занятий и организуются так, чтобы в течение первого полугодия каждый учащийся имел возможность наблюдать погоду 2 - 3 дня. Ежедневные наблюдения за погодой в VI классе проводятся обычно дежурными, сменяющимися каждые 5 - 7 дней (в зависимости от числа учащихся в классе). Результаты наблюдений сообщаются (на уроках географии) всему классу и заносятся ежедневно в стенной календарь. Температура обозначается в целых градусах со знаком + или -. Направление ветра указывается стрелкой соответствующего направления, а сила ветра - черточками на конце стрелки. Осадки обозначаются принятыми в метеорологии значками (рис. 6).



Рис. 6. Форма ежемесячного календаря (Даринский А.В., 1975)

Ежемесячный стенной календарь вычерчивается на большом листе и вывешивается в классе. Он оформляется специальными иллюстрациями, характерными для данного месяца, вырезанными из журналов или нарисованными самими детьми. Красивое оформление календаря имеет эстетическое значение и поднимает интерес учащихся к этой работе.

Описание погоды на данный день ведется дежурным в специальной тетради. Здесь коротко отмечаются атмосферные явления, характерные для всего дня, например: «Погода пасмурная, но теплая. Небо сплошь покрыто облаками. Ветер утром и днем был слабый, но к вечеру усилился. Днем шел небольшой дождь». В эту же тетрадь целесообразно записывать сведения радиосводок погоды, ежемесячные данные о высоте стояния солнца, а также данные фенологических наблюдений.

В самом начале года учитель знакомит учащихся с организацией и методами наблюдения погоды. В первые дни он руководит наблюдениями учащихся, а затем на всем протяжении года систематически следит за организацией работы, за правильным заполнением учащимися календаря погоды и записями в классной тетради (Герасимова Т.П., 1959).

Программа наблюдений за погодой изменяется во втором полугодии, когда начинается изучение в классе темы «Атмосфера». В этот период в наблюдение включаются все учащиеся; они заводят специальную тетрадь (дневник погоды), куда ежедневно заносят свои наблюдения. В дополнение к данным о погоде, которые были получены в первом полугодии, теперь в ежемесячном календаре и дневнике погоды нужно отмечать по мере изучения соответствующих разделов некоторые другие показатели: давление воздуха, виды облаков и т.д.

Ведение общеклассного календаря продолжается, содержание его обогащается, и ему придается новая форма, обеспечивающая установление связей между отдельными элементами погоды. Опыт показывает, что этой цели лучше всего отвечают месячные сводки погоды с графиками изменения температуры и давления, розой ветров, диаграммами облачности, диаграммами осадков. При наличии на школьной площадке нефоскопа, осадкомера и снегомерной рейки дается более точное определение облачности и отмечается количество выпавших осадков.

Вместе с усложнением и уточнением наблюдений за погодой большую роль начинает играть установление связей между атмосферными процессами и погодой. Устанавливается связь между облачностью и ходом температуры, между изменениями температур. Эти выявленные связи фиксируются в индивидуальных дневниках и в классном журнале. Каждый урок по теме начинается проверкой текущих записей учащихся. Периодически учитель проверяет и оценивает индивидуальные дневники погоды (Чернихова Е.Я., 1973).

После изучения в классе темы «Атмосфера» наблюдение за погодой продолжается. В связи с происходящим переходом от зимы к весне и изменением характера атмосферных процессов в связи со сменой времен года продолжение наблюдений имеет особенно большое значение. Описание погоды учащимися становится более полным и точным. Установление взаимосвязей и выводов занимает в нем еще большее, чем прежде, место. В конце года в связи с изучением своей природной зоны подводится итог наблюдений. Календари погоды сохраняются и используются в последующие годы в качестве важного пособия при изучении климата (см. Приложение 4, рис. 7).

Атмосферные явления, изучаемые в теме, происходят в окружающей нас природе, и их можно наблюдать. Поэтому формирование понятий об атмосферных явлениях должно опираться у школьников в первую очередь на их собственные наблюдения. Ряд метеорологических элементов, например атмосферное давление и водяные пары в атмосфере, воспринять непосредственно - с помощью лишь органов чувств, без специальных приборов - невозможно. О многих явлениях и процессах, например об осадках, облаках, ветре, учащиеся могут получить представления на основе их непосредственного восприятия, но установить их количественную выраженность можно только специальными наблюдениями при помощи метеорологических приборов. Из сказанного выше следует, что для изучения атмосферных явлений необходимо ознакомление учащихся с приемами наблюдения и обращения с метеорологическими приборами (Чернихова Е.Я., 1973). климатический мониторинг наблюдение космос

Учитель рассказывает, какие данные характеризуют явление, каким образом они устанавливаются и фиксируются, демонстрирует прибор, при помощи которого этот метеорологический элемент изучается, указывает его основные части, объясняет принцип устройства и показывает, как им надо пользоваться. После этого учащимся даются задания по наблюдению явлений. Например, при изучении атмосферного давления объясняется устройство ртутного барометра, в связи с чем выясняется, почему давление можно измерять в миллиметрах. Затем демонстрируется барометр (анероид) и объясняется принцип его действия. Учитель показывает учащимся, как надо отсчитывать и фиксировать давление воздуха, и дает задания по наблюдению.

Атмосферные явления имеют сложную физическую природу, разобраться в которой учащиеся VI класса при уровне их знаний по физике, конечно, не в состоянии. Тем не менее, некоторые существенные признаки, связи и зависимости, характерные для этих явлений и процессов, могут быть выяснены. Это выяснение происходит путем беседы или объяснения, в которых учитель опирается на данные собственных наблюдений учащихся, а также на факты, известные им из природоведения. Так, при установлении зависимости давления воздуха от температуры учитель опирается на известное учащимся положение о том, что холодный воздух плотнее теплого. Из этого делается вывод, что давление воздуха при повышении температуры уменьшается. Это может быть показано и на основе наблюдений путем сопоставления графиков изменения температуры и давления (за зимние месяцы, так как летом нередко наблюдается обратное явление) (Герасимова Т.П., 1959).

В целях закрепления знаний об атмосферных явлениях учащиеся выполняют упражнения вычислительного характера. Для этих упражнений лучше всего использовать местный материал, полученный при наблюдениях. Вот несколько примеров таких упражнений.

. Подсчитать среднемесячные температуры за прошлые месяцы, определить самые высокие и самые низкие температуры.

. Подсчитать разные направления ветра за месяц, составить розу ветров и сделать выводы.

. Высота холма в нашей местности 100 м, давление у подножия 750 мм. Какое будет давление на вершине холма?

Температура воздуха, атмосферное давление, ветры, осадки и облака представляют собой элементы погоды. Их изучение вместе с систематическими метеорологическими наблюдениями позволяет подвести учащихся к правильному пониманию погоды как комплекса атмосферных процессов.

От рассмотрения погоды - прямой переход к рассмотрению климата. При формировании понятия о климате учитель опирается на усвоенные учащимися понятия о погоде, на понимание ими атмосферных процессов и явлений и на знание особенностей погоды в разное время года в своей местности, полученных в результате собственных наблюдений (Половинкин А.А., 1955).

Понятие о климате формируется на примере климата своей местности в сопоставлении с климатами других районов. В этих целях учитель, готовясь к урокам, составляет описание типичной погоды по сезонам и характеристику климата своей местности, используя свои наблюдения за несколько лет, данные местной метеорологической станции и литературные источники. Учитель предлагает учащимся охарактеризовать особенности погоды своей местности в разные времена года. Затем, сравнивая между собой календари погоды за ряд лет, учитель обращает внимание на ежегодную повторяемость погоды по временам года. Таким образом учащиеся приходят к определению климата как обычного для данной местности, ежегодно повторяющегося состояния погоды.

Для понимания зависимости климата от географической широты необходимо повторить материал о годовом движении Земли вокруг Солнца, известный из курса природоведения. В этих целях учащимся предлагается поставить глобус в различное положение к источнику света в дни солнцестояния и равноденствия и сделать вывод об изменении высоты стояния Солнца над горизонтом и о продолжительности дня и ночи на разных широтах. Это поможет перейти к понятию о тепловых поясах (поясах освещенности) и к установлению зависимости климата от широты места.

После этого рассматривается зависимость климата от других факторов. Это делается на конкретных примерах, причем в беседе используются знания учащихся об атмосферных процессах и др. Для установления зависимости климата от близости или удаленности морей и океанов учитель предлагает упражнения, связанные с картой и требующие рассуждения. Например, на карте указываются 2 - 3 пункта, расположенные на одной широте, но на разном расстоянии от моря; учитель приводит некоторые данные о климате этих пунктов и предлагает объяснить причины климатических различий. В процессе объяснения учитель, используя известное детям положение о неравномерности нагревания суши и воды, подводит их к выводу о климатических различиях мест, расположенных в отдалении от моря и вблизи него; при этом показывается разное влияние холодных и теплых морей.

Подобным же образом выясняется влияние на климат и остальных факторов. Изучение климата завершается рассмотрением особенностей климата своей местности и выяснением причин, от которых он зависит.

## **3.2 Изучение темы «Климат России» в 8 классе**

Основная задача курса физической географии России - дать учащимся систему представлений и единичных понятий о природе России, обеспечить понимание особенностей природы РФ, ее богатств и возможностей использования их в народном хозяйстве.

В VIII классе школьники завершают изучение физической географии. В процессе формирования системы понятий о природе России развиваются и углубляются общие физико-географические понятия, приобретенные учащимися в курсах VI - VII классов, и вводятся новые общие понятия. У учащихся формируется определенная система общих физико-географических понятий и тем самым создаются условия для повышения научного уровня изучения природы России (Соловьев А.И., Дик Н.Е., Карпов Г.В., Матрусов И.С., 1972).

Знать природу России в объеме курса VIII класса - это значит овладеть знаниями главных особенностей каждого элемента природы территории нашей страны, природных богатств России, отличий природы России от природы любой другой страны мира, важнейших физико-географических закономерностей, характерных для территории РФ, степени и возможностей использования природных ресурсов, деления России на физико-географические области.

Территория РФ исключительно разнообразна в природном отношении. Поэтому знание природы нашей страны нельзя ограничить только понятиями о природе России в целом, надо дать также знания основных природных различий в пределах РФ, которые включали бы представления и единичные понятия о природе крупных физико-географических территорий и всех указанных в программе географических объектов (Даринский А.В., 1975).

Учащиеся должны запомнить названия этих объектов, уметь показывать их на карте, знать их главные признаки, представлять по внешнему виду важнейшие из них.

Учащиеся VIII класса получили в VI - VII классах значительную подготовку по общей физической географии и усвоили основные физико-географические закономерности. Они знакомы с общими и тематическими физико-географическими картами и должны уметь их читать. Из курса ботаники они знают основы физиологии и систематики растений, а из курса зоологии - классификацию животных. Начали также формироваться системы физических и химических знаний, поэтому учащимся знакомы уже некоторые физические, химические явления и процессы, протекающие в природе. Быстрее, чем в предыдущих классах, развивается абстрактное мышление, чему особенно способствует изучение алгебры и геометрии. Учащимся становятся вполне доступными анализ явлений и установление более сложных связей. В этом возрасте школьники любят обоснования и аргументацию. Следовательно, уровень развития и естественнонаучной подготовки позволяет дать им в VIII классе более сложные в сравнении с VI - VII классами общие понятия физической географии, геологии, гидрологии, почвоведения и некоторых других наук о Земле. Вот основные из этих понятий:

) о часовых поясах на территории России, о местном, поясном и декретном времени;

) о геологическом летосчислении, о методах определения относительного и абсолютного возраста пород, о геосинклиналях и платформах, об историческом развитии поверхности Земли;

) о солнечной и суммарной радиации, об атмосферных фронтах, циклонах и антициклонах, об испаряемости и коэффициенте увлажнения;

) о развитии речных долин, о твердом стоке рек, о типах болот, о подземных водах, о типах морских водоемов, о современных методах гидрологических и океанологических исследований;

) об условиях образования и развития почв, о различиях почв по механическому составу и содержанию перегноя;

) о природных ресурсах и об их охране (Физическая география, 1998).

Формируемая в курсе VIII класса система общих понятий позволяет раскрыть закономерности формирования компонентов природы и многообразные природные связи в географической оболочке, научно объяснить своеобразие их проявлений в разных частях РФ.

Значительно углубляется и картографическая подготовка учащихся. Они глубже овладевают понятиями о картографической проекции, о линейных и площадных искажениях на картах, о картографической генерализации, о способах изображения на картах различных физико-географических явлений и объектов, на геологической, тектонической, синоптической картах.

Учащиеся совершенствуют умение давать комплексное описание территорий и объектов по типовому плану на основе использования комплекса общих и тематических физических карт, в том числе посредством их наложения, учатся сравнивать территории и объекты по картам, анализировать тематические физические карты и решать на их основе различные практические задачи.

На протяжении обучения в начальной школе и в курсах V- VII классов учащиеся знакомились с природой своего края, получая новые знания и совершенствуя свои краеведческие умения, в частности, в области метеорологии и топографии.

В курсе географии VIII класса краеведческие знания систематизируются и поднимаются на более высокую ступень по сравнению с теми знаниями, которые они получили в V - VII классах. Это прежде всего результат систематического изучения физической географии своей области, которая рассматривается с большой детальностью и глубиной.

Учащиеся должны научиться составлять физико-географический профиль местности, производить глазомерную съемку небольшого участка, пользуясь методами прямой и обратной засечки. Приобретая умения разбираться в синоптической карте, учащиеся обучаются давать по ним характеристику местной погоды и объяснять ее причины (Чернихова Е.Я., 1973).

Образовательное и воспитывающее значение курса физической географии России заключается в первую очередь в рассмотрении природы РФ в процессе ее развития, во взаимных связях и зависимостях составляющих ее компонентов, использовании ее богатств человеком. Это способствует формированию у учащихся диалектико-материалистического взгляда на природу и понимания значения ее рационального использования и охраны (Даринский А.В., 1975, С. 245).

Ознакомление с многообразием и богатством природы РФ и своего края играет важную роль в патриотическом воспитании, прививает интерес и любовь к Родине.

Новизна и сложность общих понятий, формируемых в курсе VIII класса, и их использование при изучении физической географии России имеют большое значение для развития познавательных интересов учащихся. Положительно сказывается также осознание учащимися практического значения приобретаемых в этом курсе знаний и умений, особенно краеведческих, картографических, топографических и метеорологических.

Курс географии VIII класса состоит из трех разделов: 1) физико-географического обзора РФ; 2) обзора природных условий и естественных ресурсов крупных территорий РФ; 3) природы своей области (края).

Содержание общего физико-географического обзора РФ ограничивается важнейшими и специфическими чертами природы России в целом, тем, что характерно для всей территории РФ или для большей ее части, тем, что отличает природу России от природы любой другой страны. Это означает, что в общем физико-географическом обзоре РФ изучаются:

) главнейшие особенности природы РФ, общие для всей страны или для ее основной территории;

) главные природные богатства РФ;

) основные физико-географические закономерности, проявляющиеся на территории РФ (Раковская Э.М., Давыдова М.И., 2001).

В тесной связи с изучением компонентов природы РФ в общем обзоре даются и новые общие понятия.

В курсе географии VII класса учащиеся познакомились с общими чертами природы Евразии и зарубежными частями Европы и Азии. В общем физико-географическом обзоре РФ надо показать, как на территории России проявляются те географические закономерности, которые характерны для всего материка. Таким образом, в общем обзоре РФ завершается изучение физической географии Евразии.

Порядок расположения тем в общем физико-географическом обзоре РФ соответствует связям и зависимостям, существующим между элементами природы.

Из компонентов природы РФ первыми изучаются геологическое строение, рельеф и полезные ископаемые России и за ними - моря РФ, выступающие наряду с географическим положением как основные факторы образования климатических условий.

Далее рассматриваются климатические условия России, а после этого изучаются внутренние воды, так как режим рек и озер зависит от климата, и наконец, почвы, растительность и животный мир РФ, свойства которых зависят также от климатических особенностей. Завершается общий физико-географический обзор темой «Естественные (природные) ресурсы России», куда входит и охрана природы. Этот раздел имеет обобщающий характер.

Главная задача изучения климатов России в общем обзоре - дать учащимся понятие об основных закономерностях, характерных для различных климатов нашей страны, и раскрыть причины этого климатического разнообразия. В целях обеспечения более глубокого понимания климатов России у учащихся формируется в общем обзоре ряд общих климатологических понятий: о солнечной радиации и особенностях распределения на территории РФ суммарной радиации, об арктических и умеренных воздушных массах, об атмосферных фронтах, циклонах и антициклонах, об испаряемости и коэффициенте увлажнения, о синоптической карте (Чернихова Е.Я., 1973).

Раскрытие этих общих понятий связывается с выяснением факторов, от которых зависят климаты РФ.

Так, одним из основных факторов, определяющих климат России, является географическая широта. Учащиеся знают из предшествующих курсов, что количество поступающего тепла на земную поверхность увеличивается с увеличением угла падения солнечных лучей. Введение в курс VIII класса общих понятий о солнечной радиации и о распределении на территории России прямой солнечной радиации позволяет углубить и конкретизировать понимание учащимися зависимости климата от географической широты вообще и применительно к территории РФ в частности.

Существенное влияние на климат РФ оказывает и циркуляция атмосферы. Учащиеся из курса VII класса уже получили общие понятия о циркуляции атмосферы и о воздушных массах, а в общем обзоре курса VIII класса они знакомятся с характерными для территории нашей страны разновидностями воздушных масс (умеренными, арктическими и тропическими), с атмосферными фронтами, циклонами и антициклонами, обусловливающими типы погод и особенности климатов на территории России.

В процессе объяснения территория России вычленяется из системы общей циркуляции атмосферы. Этим обеспечивается единство формирования общих понятий и на их основе - понятий о факторах, обусловливающих климаты РФ.

Таким же образом изучение закономерностей распределения тепла и влаги на территории России связывается с формированием общего понятия о коэффициенте увлажнения, выражающего соотношение между количеством осадков и испаряемостью (Матрусов И.С., 1971).

Фактические данные об отдельных климатических элементax могут быть получены учащимися путем анализа климатических карт. Эти самостоятельные работы обеспечивают формирование у школьников умений работать с климатическими картами. Рассмотрим в качестве примера изучение вопросов солнечной радиации и суммарной солнечной радиации на территории России.

Урок целесообразно начать с повторения уже известных учащимся климатообразующих факторов. Учитель ставит, например, такие вопросы: «От каких причин зависит климат России? Какой климатообразующий фактор является главным и почему?» Вычленив в процессе беседы значение географической широты как ведущего климатообразующего фактора, а также зависимость количества поступающего на земную поверхность тепла от угла падения солнечных лучей, можно перейти к формированию понятия о солнечной радиации.

Это может быть сделано путем объяснения учителя, причем он не имеет возможности опираться на знания учащихся из курса физики по разделу «Тепловые явления» (понятие об измерениях количества тепла, о калориях и килокалориях). От понятия солнечной радиации, прямой и рассеянной, - прямой переход к понятию суммарной солнечной радиации. Показав, как обозначаются на тематических климатических картах показатели суммарной солнечной радиации, учитель предлагает учащимся проанализировать распределение суммарной радиации на территории России. Определяются абсолютные показатели годовой суммарной радиации на разных широтах (например, на Крайнем Севере, на юге, в своей местности). Эти показатели сравниваются между собой и устанавливаются общие закономерности распределения суммарной солнечной радиации на территории России (увеличение ее показателя по направлению к югу) и их причины.

Таким образом, у учащихся формируются общие понятия о солнечной радиации, фактические знания о распределении суммарной радиации на территории России и умения определять на основе климатической карты абсолютное количество суммарной радиации (количество тепла, получаемого от Солнца в течение года на 1 см2 площади) для конкретной местности.

Во второй части курса учащиеся знакомятся с особенностями климата территорий России. Они должны получить знания:

) характерных черт климата территории и его отличий от климата других территорий России;

) климатических факторов и их влияния на климат территории;

) наиболее существенных климатических различий в пределах территории;

) особенностей погоды в различные сезоны года (Даринский А.В., 1975).

Основной упор в характеристике должен быть сделан на общие особенности климата территории. Однако внутренние климатические различия некоторых территорий велики, и общая характеристика их климата по существу невозможна; поэтому климат каждого района в его пределах должен быть рассмотрен отдельно.

Порядок изучения климата в методическом отношении может быть двояким. Или учитель сначала сообщает учащимся основные данные о климате территории, а затем требует от них объяснения причин, или изучение климата территорий он начинает с установления климатических факторов, и уже на их основании учащиеся выводят основные его черты. Характеристика климата территории (или климатов ее частей при больших климатических различиях в ее пределах) включает общее определение типа климата (континентальный, морской и т.д.), средние и крайние температуры января и июля, количество осадков и их распределение по сезонам, преобладающие ветры и другие данные, специфические для территории (сила, направление и постоянство ветров, облачность).

При объяснении причин, обусловливающих климатические особенности территории, учитель опирается на знания, полученные учащимися при изучении общего физико-географического обзора России. Например, продолжительная, очень суровая и сухая зима северной части Восточной Сибири объясняется притоком осенью на ее территорию холодного воздуха с севера и опусканием его к самой земной поверхности.

Особенности климата территории устанавливаются путем сравнения его с климатами других территорий РФ и других частей мира (например, сравнение климата Западной Сибири с климатом центральной части Восточно-Европейской равнины, климата Восточной Сибири с климатом Западно-Сибирской равнины и т.д.).

Выяснив основные черты климата территории и установив его отличительные особенности, учитель переходит к характеристике времен года. Представление о типичной погоде в разные времена года можно дать рассказом или чтением соответствующих текстов, дающих образное описание погоды.

# **Заключение**

В последние десятилетия в ряде регионов мира отмечается увеличение повторяемости, интенсивности и продолжительности экстремальных погодно-климатических проявлений. Катастрофические наводнения, засухи, ураганы, сели, резкие изменения температуры, пыльные бури, цунами и другие опасные природные явления уносят жизни людей и подрывают экономическое развитие.

Экстремальные проявления климатической изменчивости уже в ближайшее время могут привести к значительным потерям в сельскохозяйственном производстве, обеспечении населения водой, проблемам в энергетике, судоходстве, жилищном хозяйстве и других жизненно важных направлениях экономики и социальной инфраструктуры многих стран. По оценкам Всемирной метеорологической организации (ВМО), других международных организаций, Международного Банка реконструкции и развития, страхового бизнеса, промышленности и неправительственных организаций в настоящее время отмечается устойчивая тенденция увеличения материальных потерь и уязвимости общества вследствие усиливающегося воздействия опасных природных явлений.

По мнению лидеров «Группы восьми» целью международного сообщества должно стать уменьшение уязвимости государств перед угрозой стихийных бедствий, а адаптация к последствиям изменения климата (вследствие как деятельности человека, так и природных факторов) является наиважнейшей задачей для всех государств.

Усилия ученых направлены на исследование повторяемости климатических экстремумов и опасных гидрометеорологических явлений, на увеличение заблаговременности и повышение надежности прогнозов и предупреждений, выработку предложений по адаптации к происходящим и ожидаемым изменениям климата. Во многих странах мира при поддержке ВМО приоритетно выделяются работы по повышению гидрометеорологической безопасности, направленной на обеспечение защищенности личности, общества и государства от воздействия опасных экстремальных погодно-климатических проявлений. Важное место в этих работах уделено созданию и совершенствованию систем раннего обнаружения опасных гидрометеорологических явлений и прогнозированию их развития. Системы раннего обнаружения должны охватывать как можно больше опасных явлений и базироваться на существующих национальных и региональных системах.

В настоящее время правительствами, деловыми и научными кругами, гражданским обществом все больше осознается необходимость разработки прогнозов климатических изменений и связанных с ними экстремальных явлений на ближайшую перспективу (5 - 20 лет). Меры по адаптации к негативным погодно-климатическим изменениям должны обеспечить дальнейшее устойчивое развитие общества. Совместная стратегия по уменьшению уязвимости общества к воздействию опасных природных явлений необходима также для решения глобальных проблем в энергетике, производстве продовольствия, водопотреблении, на транспорте. Все страны нуждаются в расширении доступа к информации и создании научного потенциала, который позволит их правительствам разрабатывать стратегии планирования и обеспечения развития с учетом климатических факторов. Необходимо поддерживать усилия по оказанию содействия регионам в создании на национальном и региональном уровнях потенциала в области анализа и интерпретации данных наблюдений и разработкой, с учетом местных потребностей, систем и инструментов, предназначенных для обоснования принимаемых решений.

# **Список использованной литературы**

1. Агроклиматический справочник по Красноярскому краю и Тувинской автономной области. - Л.: Гидрометеоиздат, 1961. - 288 с.

2. Алпатьев А.М., Архангельский А.М., Подоплелов Н.Я., Степанов А.Я. Физическая география СССР (азиатская часть). - М.: Высш. шк., 1976. - 372 с.

. Анисимов О.А., Белолуцкая М.А. Влияние изменения климата на вечную мерзлоту: прогнозирование и оценка неопределенности // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Т. XIX. - СПб.: Гидрометеоиздат, 2003. - С. 21 - 38.

. Белоусов С.Л., Гофен А.М. Об организации на ЭВМ архива данных анализов метеорологических полей, полученных по программе ПГЭП // Метеорология и гидрология. - 1981. - Вып. 2. - С. 103 - 107.

. Будыко М.И. Изменение климата. - М.: Гидрометеоиздат, 1974. - 280 с.

6. В планах Индийского космического агентства запуск спутника для мониторинга климатических изменений. - Режим доступа: http:// www.gisdevelopment.net/news/viewn.asp?id=GIS:N\_jgehzpybik <http://www.gisdevelopment.net/news/viewn.asp?id=GIS:N\_jgehzpybik>.

. В штаб-квартире ООН состоялась презентация Арктического совета. - Режим доступа: <http://www.mezhdunarodnik.ru/news/text-2811.html>.

. Ветлов И.П. Результаты исследований в области спутниковой метеорологии // Проблемы современной гидрометеорологии. - Л.: Гидрометеоиздат, 1977. - С. 53 - 73.

. Всемирная программа климатических исследований. - Режим доступа: <http://www.wmo.ch/web/wcrp/wcrp-home.html>.

. Всесторонний анализ окружающей природной среды. Труды I Советско-американского симпозиума. Тбилиси, 25 - 29 марта 1974 г. - Л.: Гидрометеоиздат, 1975. - 326 с.

. Вязилов Е.Д. Информационные ресурсу о состоянии природной среды. - М.: Эдиториал УРСС, 2001. - 312 с.

. Гвоздецкий Н.А., Михайлов Н.И. Физическая география СССР: Азиатская часть: Учебник для вузов. - М.: Высш. шк., 1987. - 448 с.

. Географический энциклопедический словарь: понятия и термины. - М.: Сов. энц., 1988. - 432 с.

. Герасимов И.П. Научные основы современного мониторинга окружающей среды // Изв. АН СССР. Сер. геогр. - 1975. - № 3. - С. 13 - 25.

. Герасимова Т.П. Методика преподавания начального курса физической географии. - М.: Изд-во АПН РСФСР, 1959. - 369 с.

. Глобальная система наблюдений за климатом (GCOS). - Режим доступа: <http://www.wmo.ch/web/gcos/gcoshome.html>.

. Даринский А.В. Методика преподавания географии: Уч. пос. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М.: Просвещение, 1975. - 368 с.

. Десятилетие на спасение планеты. - Режим доступа: <http://www.inopressa.ru>.

. Динамика сезонно-талого слоя в Западной Сибири / Е.С. Мельников, А.А. Васильев, М.О. Лейбман, Н.Г. Москаленко // Криосфера земли. - 2005. - Т. IX. - № 2. - С. 23 - 32.

. Добровольский С.Г. Климатические изменения в системе «гидросфера - атмосфера». - М.: ГЕОС, 2002. - 232 с.

. Дьяконов К.Н., Касимов Н.С., Тикунов В.С. Современные методы географических исследований. - М.: Просвещение, 1996. - 207 с.

. Еланский Н.Ф. Международные конвенции по атмосфере и климату и интересы России // Природа. - 1999. - № 3. - С. 15 - 28.

. Зайцев К. Активное зеркало. - Режим доступа: <http://www.xterra.ru/xterra/nro>.

. Израэль Ю.А. Глобальная система наблюдений. Прогноз и оценка изменений состояния окружающей природной среды. Основы мониторинга // Метеорология и гидрология. - 1974. - № 7. - С. 3 - 8.

. Израэль Ю.А. Комплексный анализ окружающей среды. Подходы к определению допустимых нагрузок на окружающую природную среду и обоснованию мониторинга // Всесторонний анализ окружающей природной среды. Труды I советско-американского симпозиума. - Л.: Гидрометеоиздат, 1975. - С. 17 - 25.

26. Израэль Ю.А. Мониторинг климата и служба сбора климатических данных, необходимых для определения климатических изменений и колебаний. Мониторинг данных, связанных с климатом // Всемирная конференция «Климат и человечество». Женева, февраль 1979 г. Публикация ВМО. - Режим доступа: <http://www.wmo.ch/web/gcos/gcoshome.html>.

. Израэль Ю.А. Основные принципы мониторинга окружающей природной среды и климата // Комплексный глобальный мониторинг загрязнения окружающей природной среды. Тр. Международ. симпозиума. - Л.: Гидрометеоиздат, 1980. - С. 5 - 14.

. Израэль Ю.А., Семенов С.М., Эскин В.И. Парниковый эффект и его возможное антропогенное усиление // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Т. XIX. - СПб.: Гидрометеоиздат, 2003. - С. 7 - 20.

. Информационная система программы ЮНЕП (GRID). - Режим доступа: <http://www.grid.org/>.

. Калесник С.В. Общие географические закономерности Земли. - М.: Мысль, 1970. - 283 с.

. Карташев Н. Роскосмос запустит метеорологический спутник для Европы. - Режим доступа: <http://www.computerra.ru>.

. КАТАЛОГ данных АЛЬПЭКС. - Б.м., 1984. - 38 с.

. КАТАЛОГ данных ПГЭП. - М.: Мировой центр данных. - Б.м., 1982. - 59 с.

. Климатические изменения на Земле идут значительно быстрее. - Режим доступа: <http://www.itar-tass.com>.

. Кондратьев К.Я. Глобальный климат. - СПб.: Наука, 1992. - 358 с.

. Кондратьев К.Я. Современное состояние и перспективы применения спутников для мониторинга климата // Метеорология и гидрология. - 1982. - №. 7. - С. 118 - 123.

. Лаборатория взаимодействия океана и атмосферы и мониторинга климатических изменений. Важнейшие результаты исследований лаборатории за 2005 - 2007 год. - Режим доступа: <http://www.sail.msk.ru>.

. Максимов Н.А. География в V классе. - М.: Просвещение, 1972. - 184 с.

. Максимов Н.А. За страницами учебника географии. V класс. - М.: Просвещение, 1971. - 260 с.

. Маленькая планета с общей погодой. - Режим доступа: <http://www.pan.ru>.

. Материалы Межправительственного совещания по мониторингу. Найроби, 1974. - Режим доступа: <http://www.grid.org>.

. Матрусов И.С. Изучение в VII классе темы «Климат СССР» // География в школе. - 1971. - № 5. - С. 12 - 19.

. Методология оценки состояния экосистем: Уч. пос. - Ростов-на-Дону: ЦВВР, 2000. - 128 с.

. Методы оценки климата будущего. - Режим доступа: <http://www.climate.uz/ru/section.scm?sectionId=4312&contentId=4322>.

. Мильков Ф.Н., Гвоздецкий Н.А. Физическая география СССР: Общий обзор. Европейская часть. Кавказ: Учебник для вузов. - М.: Высш. шк., 1986. - 375 с.

. Мобильная система измерения атмосферной радиации снова переезжает. - Режим доступа: http://www.hizone.info.

. Мягкова И.Н. «Портрет» голубой планеты. - Режим доступа: <http://www.osei.noaa.gov/iod.html>.

. Новый спутник мониторинга гидросферы - Aqua. - Режим доступа: <http://www.spacenews.ru/spacenews/src/spacenews/full\_news.cfm?id=66263>.

. Осуществление в СССР системы мониторинга загрязнения природной среды / Ю.А. Израэль, Н.К. Гасилина, Ф.Я. Ровинский, Л.М. Филиппова. - Л.: Гидрометеоиздат, 1978. - 115 с.

. Перов С.П. Почему меняется климат Земли: гипотеза солнечно-атмосферного резонанса // Интернет-журнал «Ломоносов». - Режим доступа: <http://nature.web.ru/db/msg.html>.

. Погода на территории Российской Федерации в 2006 году. - Режим доступа: <http://meteo.ru/climate\_var/img2006>.

. Половинкин А.А. Погода и климат в курсе географии V класса. - М.: Изд-во АПН РСФСР, 1955. - 73 с.

. Причины изменения климата. - Режим доступа: <http://www.climate.uz/ru/section.scm?sectionId=4297&contentId=4305>.

. Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП). - Режим доступа: <http://www.unep.org>.

. Программный комплекс автоматизированного рабочего места агрометеоролога-наблюдателя (АРМ-АГРО). - Режим доступа: <http://meteo.ru/tech/arm2.php>.

. Публикации о технологиях Аисори. - Режим доступа: <http://meteo.ru/tech/aisori.php>.

. Раковская Э.М., Давыдова М.И. Физическая география России: Учебник для вузов. - М.: ВЛАДОС, 2001. - Ч. 1. - 287 с.; Ч. 2. - 301 с.

. Режимно-справочные банки океанографических данных. - М.: Гидрометеоиздат, 1989. - 120 с.

. Система управления климатическими данными - CLICOM. - Режим доступа: <http://meteo.ru/tech/clicom.php>.

. Создание новой базовой станции по программе ГЛОРИЯ. - Режим доступа: <http://mountains.ihst.ru/index2.php?option=com\_content&do\_pdf>.

. Сокращенные отчеты XXIX и XXX сессий Исполнительного Комитета Всемирной Метеорологической Организации с резолюциями, Женева, 1977, 1978. - Режим доступа: http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/gebco/ gebco.html <http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/gebco/gebco.html>.

. Соловьев А.И., Дик Н.Е., Карпов Г.В., Матрусов И.С. География в 7 классе. Пос. для учителей. - М.: Просвещение, 1972. - 219 с.

. Спутник Jason 1 приступил к мониторингу климатических процессов. - Режим доступа: <http://www.cnews.ru/news/comp/2002/04/29/ 20020429160302.shtml>.

. Точный прогноз климата Земли ученые рассчитают к 2016 году. - Режим доступа: <http://www.podrobnosti.ua/technologies/nature/2007/02/ 06/393339.html>.

. Управление спутником Jason 1 передано NASA. - Режим доступа: <http://www.rol.ru/news/misc/spacenews/02/04/30\_001.htm>.

. Федоров Е.К. Изменение климата и стратегия человечества // Всемирная конференция по климату. Женева, февраль 1979 г. Публикация ВМО. - Режим доступа: <http://www.wmo.ch/web/gcos/gcoshome.html>.

. Физическая география / Под ред. В.В. Орленка. - Калининград: Янтарный сказ, 1998. - 480 с.

. Физическая география материков и океанов / Под общ. ред. А.М. Рябчикова. - М.: Высш. шк., 1988. - 547 с.

. Фурнье-Сикр А. Настоящее и будущее сотрудничества между Европой и Россией в программах космического мониторинга Земли. - Режим доступа: <http://www.federalspace.ru>.

. Чернихова Е.Я. Изучение климата на уроках географии. - М.: Просвещение, 1973. - 186 с.

. Чиркунов И.Ф. Заключительные уроки в V классе по теме «Атмосфера» // География в школе. - 1971. - № 1. - С. 12 - 19.

. Ширман Р.Дж. Архив данных метеорологического управления, предназначенных для обработки на ЭВМ. - Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 1982. - 25 с.

. ЮНЕСКО начинает программу мониторинга глобальных изменений. - Режим доступа: <http://www.unesco.org>.

. Alcatel Space предоставляет новые средства наблюдения над земной поверхностью с высоким разрешением. - Режим доступа: http:// www.spacenews.ru/spacenews/src/spacenews/full\_news.cfm?id=123903 <http://www.spacenews.ru/spacenews/src/spacenews/full\_news.cfm?id=123903>.

75. Martin B., Sella F. The development and implementation of the global Environmental Monitoring System // Doc. UNEP. Nairobi, 1977. - Режим доступа: http://www.oracle.com/global.ru/spatial.html.

76. Munn R.E. Global Environmental Monitoring System (GEMS). Action Plan for Phase 1. SCOPE, rep. 3. - Toronto, 1973. - 130 p.

. Report from the WDC-A GATE Archives // Inf. Bull. on GATE. - 1977. - June. - № 17. - Р. 1 - 10.

. Report of the international Meeting on Monitoring Held at Nairobi 11 - 20 Feb. 1974. - Режим доступа: <http://global.trimble.com>.

. University of California. White Mountain Research Station. - Режим доступа: <http://www.fs.fed.us/psw/cirmount/publications/pdf/Mtn\_Views\_ jan\_07.pdf>.

. World Ocean Circulation Experiment Data Information Unit. - Режим доступа: <http://www.wocediu.org/>.