

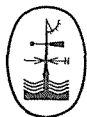
ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ  
И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
(РОСГИДРОМЕТ)

ОЧЕРКИ  
ПО ИСТОРИИ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ  
СЛУЖБЫ РОССИИ

*Том*

3

Книга II



Санкт-Петербург  
Гидрометеоиздат  
2005

## Редакционная коллегия:

*А. И. Бедрицкий (председатель), С. И. Авдюшин, В. Г. Блинов (отв. секретарь), Е. П. Борисенков (научный редактор 3-го тома), В. М. Борисенко, И. И. Бурцев, А. А. Васильев, А. И. Гусев, Ю. А. Израэль, А. Д. Клещенко, А. В. Карпов, В. П. Мелешко, А. И. Минаев, В. М. Пасецкий, В. А. Тренин, А. И. Угрюмов, А. Б. Успенский, А. А. Черников, И. Е. Фролов, И. А. Шикломанов*

Предлагаемая вниманию читателей книга является третьим, завершающим томом трехтомной серии „Очерки по истории Гидрометеорологической службы России”. В третьем томе рассматриваются основные этапы послевоенного восстановления в значительной мере разрушенных в годы Великой Отечественной войны органов Гидрометслужбы и в особенности гидрометеорологической сети на оккупированной территории, а также этапы развития Гидрометслужбы начиная с 1960-х годов и в последующем.

Многие очерки посвящены как развитию традиционных направлений деятельности Гидрометслужбы, так и становлению и развитию новых возлагаемых на Службу направлений деятельности, таких как изучение Арктики и Антарктики, охрана окружающей среды, активные воздействия на гидрометеорологические процессы, создание гелиогеофизической службы и др.

Ряд очерков посвящен развитию новых технических средств и технологий, связанных с внедрением вычислительной техники, с созданием систем связи и автоматизированных технологий сбора и обработки информации, спутниковых методов исследований и их внедрением в оперативную работу и др.

Показывается возросшая роль Гидрометслужбы в решении крупных народнохозяйственных задач, ее влияние на развитие международного сотрудничества в области гидрометеорологии.

This book is the third and the final volume of the 3-volume series entitled "Essays on History of the Russian Hydrometeorological Service". The third volume considers the main stages of the post-war reconstruction of the Service bodies, which were mostly destroyed during the Second World War, especially on the occupied territories, as well as the stages of the Service rapid development, starting with 1960's.

Many essays describe the development of traditional fields of the Hydrometeorological Service activities, as well as establishment of new directions, such as investigation of Arctica & Antarctica, environmental protection, weather modification, organization of heliogeophysical service, etc.

A number of essays is devoted to the development of new technical means in the field of computer technologies, organization of communication network and automatic means of data collection and processing, satellite activities of the Service in operational practice, etc.

One can see the growing role of Hydrometeorological Service in solving the main economical problems, as well as in international cooperation in hydrometeorology.

О 1805040400-27  
069(02)-05

ISBN 5-286-01332-5  
ISBN 5-286-01517-4

© Федеральная служба по гидрометеорологии  
и мониторингу окружающей среды  
(Росгидромет), 2005 г.

# **СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ НОРМИРОВАНИЯ И НАДЗОРА ЗА ВЫБРОСАМИ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОНТРОЛЬ ЗА ОХРАНОЙ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА**

## **Некоторые этапы деятельности Гидрометслужбы СССР по охране атмосферного воздуха (1960—1978 гг.)**

В 1960-е годы одной из характерных черт в жизни Гидрометслужбы СССР и ее научных подразделений являлось осознание необходимости перехода от теоретических исследований к эксперименту. Особенно актуальным это было в областях, связанных с изучением диффузии примесей в атмосфере, закономерностей их распространения в воздушном пространстве и загрязнения этого пространства.

Рост промышленных гигантов в энергетике, металлургии, нефтехимии, концентрация этих объектов в определенных районах практически не сопровождалась серьезными природоохранными мероприятиями и могли нанести вред здоровью человека и окружающей среде в зоне их воздействия.

По инициативе специалистов Гидрометслужбы СССР в стране начиная с 1961 г. приступили к осуществлению систематических комплексных экспедиций в районы расположения мощных источников промышленного загрязнения атмосферы. В них принимали участие в качестве основных методистов, руководителей и организаторов специалисты Главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова (ГГО), Московского института санитарии и гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана, Ленинградского гидрометеорологического института (ЛГМИ), Всесоюзного теплотехнического института им. Ф. Э. Дзержинского, Всесоюзного алюминево-магниевого института и других организаций и научно-исследовательских учреждений (НИУ) гигиенического и технического профиля.

Наиболее масштабными были работы по изучению на местности уровней загрязнения атмосферы в районах, прилегающих к музею-усадьбе „Ясная Поляна“, в частности загрязнения от Щекинской ГРЭС (г. Советск). Три года каждый сезон в течение одного месяца здесь велись непрерывные измерения concentra-

ции в атмосферном воздухе частиц пыли, сернистого ангидрида, окислов азота. Бригада врачей-гигиенистов (Б. В. Рихтер, Р. С. Гильденскиольд и др.) обрабатывала схемы размещения контрольных постов под дымовым факелом, методы отбора проб воздуха в теплый и холодный периоды года. К работе в полевых условиях привлекались до сотни местных жителей. Команда из специалистов и студентов-метеорологов во главе с М. Е. Берляндом выбирала наиболее репрезентативные точки для получения метеорологических данных и оснащала их соответствующими приборами. Измерения велись не только на традиционных метеорологических мачтах — приборы устанавливались на дымовой трубе ТЭС высотой 180 м, на машинах, которые в полевых условиях подъезжали к местам размещения постов измерения концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. Синхронно с гигиенистами и метеорологами на ГРЭС работала бригада инспекторов-энергетиков (ответственный исполнитель С. Т. Данилова), которая в соответствии с согласованной программой готовила для экспедиции данные о химическом составе выбрасываемых через дымовую трубу газов, их объемах, скоростях, температуре, показателях режима работы ГРЭС.

Гостиница г. Советска, где размещались специалисты экспедиции во время работы, превращалась в научный центр. Здесь не только проводились срочные химические анализы, но и в бурных обсуждениях вырабатывались методы, правила, порядок проведения будущих полевых исследований по загрязнению атмосферы, вносились коррективы в теоретические подходы к определению химических и физических характеристик атмосферного воздуха, подстилающей поверхности. На базе полученных результатов и практических выводов было защищено несколько докторских и кандидатских диссертаций по санитарно-гигиеническим и физико-математическим дисциплинам. Выработалось единодушное мнение, что посты наблюдения, гигиенические и метеорологические, необходимо объединить.

Опираясь на этот принцип, после „Ясной Поляны” Гидрометслужба практически самостоятельно проводила комплексные исследования в районах размещения промышленных предприятий.

Несмотря на полное согласие участников комплексных экспедиций „Ясная Поляна” и широкое обсуждение их результатов



среди научной общественности, оставался без ответа вопрос: „Откуда берутся в атмосфере окислы азота, которые имеют антропогенное происхождение и распространяются в атмосфере аналогично соединениям серы этого же происхождения?“. Сейчас даже трудно предположить, что в 1960—1970-х годах считалось, что при использовании органического топлива окислы азота с отходящими газами не поступают в атмосферу.

Отличительным моментом первых экспедиций в „Ясной Поляне“ является и то, что не предусматривалось тщательного изучения негативного воздействия выбросов загрязняющих веществ на растительность и почвы в „Ясной Поляне“. К этим исследованиям приступили значительно позже.

За 15 лет были изучены технические характеристики источников выбросов и метеорологические особенности воздушного пространства в районах размещения таких объектов, как Щекинская, Прибалтийская, Молдавская, Черепетская и Криворожская ГРЭС, Невский химический завод, Черкасский и Красноярский заводы химического волокна, Балаковский комбинат химического волокна, Братский и Волховский алюминиевые заводы и т. д. Результаты исследований состояния воздушного бассейна свидетельствовали о столь значительном влиянии параметров выбросов от промышленных источников на уровень загрязнения, что их нельзя было игнорировать. Особенно это влияние ощутимо в периоды неблагоприятных метеорологических условий.

Усилиями специалистов и ученых Гидрометслужбы (Н. К. Гасилиной, И. В. Цветкова, Ю. С. Цатурова, М. Е. Берлянда, Б. Б. Горошко, Р. И. Оникула и др.) традиционные работы были переориентированы на изучение промышленных источников загрязнения атмосферы с целью получения корреляционной зависимости содержания примесей в приземном слое атмосферы от метеорологических и климатических характеристик изучаемого района и параметров источника выбросов этих примесей.

Одним из крупнейших практических результатов деятельности Гидрометслужбы по новому направлению является создание методики расчета рассеивания в атмосфере выбросов (золы и сернистого газа) из дымовых труб электростанций (1963 г.), которая впервые была включена в состав строительных норм и правил. Позднее были разработаны ее усовершенствованные вари-

анты в виде „Указаний по расчету рассеивания в атмосфере вредных веществ, содержащихся в выбросах промышленных предприятий” (1967 и 1974 гг.). Совместно с Госстроем СССР и Минздравом СССР были подготовлены соответствующие строительные нормы по использованию данных сети наблюдений за загрязнением атмосферы для определения фоновых концентраций и расчета размера санитарно-защитных зон. Принципы и расчетные формулы, заложенные в указанные строительные нормы, на многие годы определили направленность природоохранной деятельности основных отраслей промышленности.

Масштабы работ по охране природы потребовали более четкой координации и планирования. При участии Гидрометслужбы правительством СССР в 1972 г. было принято постановление „Об усилении охраны природы и улучшении использования природных ресурсов”. Оно закрепило за Государственным комитетом СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды (Госкомгидрометом) „ответственность за организацию службы наблюдений и контроля за уровнем загрязнения внешней природной среды и экстренной информации о резких изменениях уровня загрязнения вод и атмосферы”.

Во исполнение этого постановления в сжатые сроки с участием специалистов ГГО были подготовлены методические указания по разработке государственных планов по охране природы, утвержденные Госпланом СССР. Впервые министерства и ведомства получили конкретные задания на пять лет по охране воздушного бассейна, вводу в действие объектов природоохранного назначения, объемам соответствующих капитальных вложений и строительно-монтажных работ. Ход выполнения этих заданий, корректировка их в случае необходимости стали предметом ведения советских и партийных органов страны.

Придерживаясь хронологии развития событий, следует отметить, что Центральное статистическое управление СССР (ЦСУ) в 1977 г. ввело форму государственной отчетности 2-ТП (воздух) и рекомендации по ее составлению.

Впервые в нашей стране был организован отчет производственных объединений и предприятий о выполнении мероприятий по уменьшению вредных выбросов в атмосферу с указанием планового и фактического снижения выбросов (т/год). При этом состав выбросов детализировался почти по 30 ингредиентам.

Отчет сопровождался информацией об источниках выбросов в атмосферу. Несмотря на определенное сопротивление со стороны промышленных министерств и ведомств, Гидрометслужбе удалось отстоять и реализовать свою идеологию в принятой ЦСУ государственной отчетности. Прежде всего Гидрометслужба настояла на том, чтобы отчетностью были охвачены все, за небольшим исключением, предприятия-источники загрязнения атмосферы, вне зависимости от их мощности.

Кроме того, в перечень ингредиентов, подлежащих отчетности, наряду с массовыми загрязнителями, например пылью, сернистым ангидридом, включались малотоннажные, но высокоагрессивные и токсичные вещества и соединения (фенол, формальдегид, бенз(а)пирен, синильная кислота, цианиды, металлы и т. д.). Таким образом, появилась возможность получать интегрированную информацию о выбросах „специфических” веществ.

В частности, официальное введение отчетности по выбросам окислов азота стимулировало развитие работ по учету и методам подавления окислов азота. Сначала Минэнерго, а затем и все другие министерства, на предприятиях которых образуются и выбрасываются окислы азота, подготовили и утвердили отраслевые рекомендации по расчету или замерам содержания окислов азота в выбрасываемых в атмосферу газах. Ускоренные работы по определению специфических веществ в выбросах в атмосферу были проведены и в Минчермете, Минхимпроме и других министерствах.

Настойчивость и активность Гидрометслужбы, получение более полной информации позволили ее специалистам сделать дальнейшие шаги по оценке антропогенного воздействия на окружающую среду и разработать принципы регулирования этого воздействия, прежде всего через установление предельно допустимых выбросов (ПДВ).

Если первое официальное упоминание о ПДВ относится к 1974 г. в СН 369 — 74, то в разработанном ГГО совместно со специалистами Научно-исследовательского института очистки газов (НИИОГАЗа) государственном стандарте 17.2.1.04 — 77 об основных терминах и определениях в области загрязнения и промышленных выбросов этому понятию было дано следующее определение: „ПДВ — это научно-технический норматив, устанавливаемый из условия, чтобы содержание загрязняющих веществ в

приземном слое воздуха от источника или их совокупности не превышало норматив качества воздуха для населения, животного и растительного мира". Понятие ПДВ, так же как и все остальные, включенные в стандарт, дано на немецком, английском и французском языках, что свидетельствовало о стремлении войти в международную систему управления качеством окружающей среды.

В эти же годы специалисты Института прикладной геофизики (ИПГ) Е. Н. Теверовский, Н. Е. Артемова, А. А. Бондарев, В. И. Карпов, Б. С. Курдюмов, Г. Н. Романов, И. Н. Руженцова, Р. В. Седова, И. И. Тернавский) совместно с Комитетом по использованию атомной энергии составили „Временные методические указания по расчету предельно допустимых выбросов радиоактивных продуктов в атмосферу промышленными предприятиями и энергетическими установками" (ПДВ-73), а затем „Временные методические указания по расчету предельно допустимых выбросов вредных химических веществ в атмосферу" (ПДВ-ВХВ-76).

Опыт введения норм ПДВ на предприятиях Госатома оказался весьма успешным. Введение таких норм и контроль за их соблюдением позволили предприятиям добиться существенного снижения выбросов путем проведения различных технологических мероприятий и использования средств газоочистки.

Подходы Гидрометслужбы к ограничению выбросов предприятий широко обсуждались учеными и специалистами ряда министерств и ведомств, придерживающихся своих точек зрения по этому вопросу. В частности, врачи-гигиенисты Минздрава и его научных подразделений настаивали на ограничении выбросов загрязняющих веществ от источника, исходя из условий жесткого соблюдения действующих предельно допустимых концентраций (ПДК) как при новом строительстве, так и на действующих объектах.

Другая крайняя точка зрения высказывалась специалистами в области энергетики и нефтехимии. Они предлагали ввести ограничения на содержание вредных веществ в отходящих газах конкретного оборудования или технологии, исходя из условий применения „наилучшей технологии". Такие (технические) нормативы уже были введены в США „Законом о чистом воздухе" (1972 г.). Принятие этих нормативов обуславливало определен-

ный технологический процесс, многозатратный для действующих предприятий. Забегая вперед, следует отметить, что вопрос о введении технических нормативов решен в нашей стране в Федеральном законе „Об охране атмосферного воздуха” (1999 г.).

Многие ученые-экономисты предлагали нормирование выбросов проводить, основываясь на решении задач оптимизации затрат или минимизации ущербов, причиняемых окружающей среде вследствие ее загрязнения. Предназначенные для этих целей математические модели в большинстве случаев не могли быть решены, в основном из-за многовариантности и отсутствия необходимых данных, в том числе и по ущербам. Наиболее заметными в этом направлении были работы специалистов подразделения ИПГ, которым руководил Е. И. Теверовский, предложивших впоследствии метод „квотирования” чистоты воздушного пространства для определения ПДВ.

Споры о нормировании носили в основном теоретический характер, так как практика этой процедуры отсутствовала. Предстояло выбрать путь, по которому должен пойти процесс регулирования хозяйственной деятельности с учетом ее воздействия на загрязнение атмосферы, и решить один из основных вопросов: „Кто возьмет на себя ведущую роль в этом процессе и распределит функции среди всех его участников?”.

Инициативность руководства Гидрометслужбы, его желание решить столь сложную и новую задачу, а также потенциальные возможности Службы, имеющей наблюдательную сеть на всей территории страны, деятельность ее хорошо зарекомендовавших себя в научном мире исследовательских учреждений склонили принять взвешенное решение в пользу Гидрометслужбы СССР. Уже к 1978 г. специалисты Госкомгидромета совместно с Минздравом и Минхиммашем завершили разработку государственного стандарта, который отражал правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями. Принятое 1 декабря 1978 г. ЦК КПСС и Советом Министров СССР постановление „О дополнительных мерах по усилению охраны природы и улучшению использования природных ресурсов” закрепило за Госкомгидрометом не только функции по нормированию выбросов, но и ряд функций государственного контроля за осуществлением мероприятий по охране природы.

Таким образом, после преодоления определенных трудностей с января 1980 г. было введено нормирование выбросов для стационарных источников загрязнения атмосферы, которое без принципиальных изменений действует и в настоящее время.

## **Структурные преобразования в системе Гидрометслужбы СССР**

В 1978 г. в структуре Госкомгидромета СССР было создано Управление по нормированию и надзору за выбросами в природную среду (УНВ), которое возглавил Ю. С. Цатуров. Поставленные перед Госкомгидрометом задачи во многом определили структуру УНВ и его кадровый состав. Три отдела управления — контроля источников загрязнения и нормирования (начальник В. Н. Сенин), планирования охраны воздушного бассейна и согласования проектов строительства (начальник В. П. Антонов), средств контроля (начальник Г. Л. Шик) — были укомплектованы специалистами, обладающими определенным опытом работы в основных отраслях промышленности — черной металлургии (А. К. Колчина), цветной металлургии (Л. Т. Беспалова), химической (Ю. С. Андреев, Г. А. Глазунова), энергетике (Г. В. Калинина, С. Т. Евдокимова), транспорте (В. Т. Григорьян), приборостроении (А. И. Панков). Немногочисленный штат сотрудников управления выполнял широкий диапазон работ, многие из которых были новыми для страны. Вновь создавалась нормативно-методическая документация по вопросам охраны атмосферного воздуха, анализировалось состояние дел по охране атмосферного воздуха в промышленных отраслях, разрабатывались предложения для правительства об усилении природоохранного дела, рассматривались жалобы жителей страны, координировались соответствующие научно-исследовательские работы и программы.

В целях консолидации и укрепления сил на базе действующих органов Госкомгидромета, занимающихся вопросами изучения и контроля загрязнения природной среды, в июле 1980 г. создаются центры по изучению и контролю загрязнения природной среды (ЦКЗПС), а также подчиненные им комплексные лаборатории, лаборатории по контролю загрязнения атмосферного воздуха, гидрохимические лаборатории и морские гидрохими-

ческие лаборатории и партии по изучению загрязнения природной среды.

В течение года было создано 40 подразделений во всех союзных республиках и в административных районах Российской Федерации.

Вопросы контроля за состоянием природной среды и природоохранной работой на промышленных предприятиях были возложены на заместителей начальников республиканских и территориальных управлений по гидрометеорологии (УГМС). Учитывая тот факт, что многие вопросы охраны атмосферы в масштабе всей страны решались впервые, следует особо подчеркнуть, что только высокая ответственность и инициативность таких руководителей УГМС, как Г. Г. Потуридис (Украинское УГМС), В. Г. Конюхов (Узбекское УГМС), Р. К. Люжинас (Литовское УГМС), И. В. Гречачевский (Молдавское УГМС), Я. П. Саар (Эстонское УГМС), В. Н. Вилков (Верхне-Волжское УГМС), А. Ф. Бойков (Западно-Сибирское УГМС), Р. В. Цхвитова (Грузинское УГМС), Л. Г. Назарян (Армянское УГМС), В. И. Артоболевский (Мурманское УГМС), З. И. Мокроусова (Северное УГМС), И. М. Марковец (Северо-Западное УГМС), В. Ф. Баев (Северо-Кавказское УГМС), И. Е. Лобов (Уральское УГМС) и других, позволили в сжатые сроки успешно преодолевать объективные трудности по расширению и оснащению рабочих помещений, подбору кадров. Впоследствии эти люди возглавили соответствующие республиканские и региональные инспекции по охране атмосферного воздуха. Научные подразделения, ЦКЗПС указанных управлений служили своего рода экспериментальной базой для отработки наиболее прогрессивных технологий взаимодействия с административными органами, руководителями контролируемых промышленных предприятий, коллегами из других ведомств, занимающихся проблемами охраны природы.

Остановимся на наиболее значимых работах.

### **Инвентаризация источников загрязнения**

Такая работа проводилась впервые в нашей стране. Научные и территориальные подразделения Госкомгидромета СССР сыграли в ней ведущую роль, прежде всего в методологическом обес-

печении, а затем в анализе и обобщении получаемых на промышленных объектах данных.

Коллективами под руководством М. Е. Берлянда из ГГО, Н. Н. Аксарина, В. Г. Конюхова из Среднеазиатского регионального научно-исследовательского гидрометеорологического института (САРНИГМИ), А. А. Скакова из Казахского регионального научно-исследовательского гидрометеорологического института (КазНИГМИ), П. Ю. Пушистова из Западно-Сибирского регионального научно-исследовательского гидрометеорологического института (ЗапСибНИГМИ), В. С. Максимова из Украинского регионального научно-исследовательского гидрометеорологического института (УкрНИГМИ) были рассмотрены и согласованы отраслевые инструкции по проведению инвентаризации основных отраслей промышленности и выданы рекомендации по проведению этой работы на тех предприятиях, где методические документы отсутствовали.

Было установлено, что в СССР на 1 марта 1980 г. суммарные выбросы составили 65 961,5 тыс. т, в том числе твердых частиц — 15 804,8 тыс. т, сернистого газа (диоксида серы) — 19 871,1 тыс. т, оксидов азота — 3937,2 тыс. т, оксида углерода — 16 271,5 тыс. т.

Помимо данных об основных загрязняющих веществах, впервые были получены материалы о выбросах „специфических” веществ. В выбросах предприятий черной металлургии выявлены такие вещества, как акролеин, аммиак, сероводород, сероуглерод, фенол, предприятий цветной металлургии — мышьяк, фенол, формальдегид, фтористые соединения, тяжелые металлы. С выбросами предприятий целлюлозно-бумажной промышленности в атмосферу поступали метилмеркаптан, сероводород, сероуглерод, хлор, предприятий химической промышленности — аммиак, сероводород, сероуглерод, фенол, фтористый водород. В целом по предприятиям СССР в атмосферу выбрасывалось 148,7 тыс. т сероводорода, 290,3 тыс. т сероуглерода, 34,3 тыс. т серной кислоты, 35,0 тыс. т фтористых соединений, 13,0 тыс. т свинца, 11,4 тыс. т хлора, 0,08 тыс. т ртути металлической, 0,54 тыс. т бенз(а)пирена. Масса специфических веществ составила около 2 % суммарных выбросов, но при оценке токсичности этих соединений полученные данные вызвали особую обеспоко-



енность со стороны Минздрава, Госкомгидромета и правительства страны.

Инвентаризация также показала, что большинство предприятий практически не имели систем очистки газов и прежде всего от газообразных соединений. Несмотря на ряд правительственных решений о внедрении в определенные сроки систем сероочисток, на электростанциях страны они отсутствовали. Установленные на металлургических предприятиях и нефтеперерабатывающих заводах, объектах стройиндустрии системы очистки газов работали с пониженной эффективностью и по технико-экономическим показателям относились к физически и морально устаревшим.

В ходе подготовки и проведения инвентаризации возникли трудности с определением содержания вредных веществ в выбросах. Из-за отсутствия на промышленных предприятиях приборов контроля было принято решение об использовании для инвентаризации расчетных методов. С целью уменьшить субъективные и объективные ошибки Госкомгидромет предложил унифицировать отраслевые методы и подходы к оценкам выбросов. Объединенными усилиями научных подразделений министерств и ведомств и Госкомгидромета эта работа была выполнена, и уже к концу 1980 г. материалы о выбросах поступили от 80 тыс. промышленных предприятий. Впервые были определены выбросы оксида углерода и диоксида азота от автотранспорта в 346 городах страны.

Полученные материалы инвентаризации и данные об уровнях загрязнения в городах было решено опубликовать. Поэтому начиная с 1980 г. ежегодник „Состояние загрязнения атмосферы и охрана воздушного бассейна городов и промышленных центров Советского Союза” стал издаваться в двух частях (соответственно о выбросах и загрязненности атмосферы); в нем помещались списки городов с наибольшим уровнем загрязнения воздуха и указанием основных источников-загрязнителей.

Результаты и полученный опыт при проведении работ по инвентаризации выбросов были положены в основу формирующейся в стране системы государственной отчетности по охране природы. В период „перестройки” этот порядок был нарушен. В связи с этим после 2000 г. возникли определенные трудности с установлением корреляции между выбросами и загрязнением воздушного бассейна.

## Регулирование выбросов в атмосферу

Основная цель регулирования выбросов в атмосферу от промышленных предприятий — это предотвращение высокого содержания вредных примесей в приземном слое атмосферы.

На территории каждого УГМС и ЦКЗПС совместно с местными органами власти был согласован перечень городов и предприятий, для которых действует схема оперативного оповещения прогнозами о неблагоприятных метеорологических условиях (НМУ).

Работа выполнялась по инструкции Госкомгидромета СССР „О порядке предупреждения местных советских органов и народнохозяйственных организаций о высоких уровнях загрязнения атмосферы в связи с неблагоприятными метеоусловиями”. На промышленных предприятиях и в автохозяйствах были изданы соответствующие приказы, в которых указывался перечень мероприятий для снижения выбросов в период НМУ, было назначено лицо, ответственное за прием прогноза загрязнения и реализацию мероприятий в этот период.

Сотрудниками ЗапСибНИГМИ, в частности А. В. Быковым, была сформулирована методология регулирования выбросов: предложена классификация мероприятий по снижению выбросов и определен порядок их осуществления в период НМУ.

Контроль за своевременностью доведения прогноза наступления НМУ и реализацией мероприятий по временному регулированию выбросов в этот период осуществлялся до 1983 г. силами ЦКЗПС. С созданием Госинспекции по охране атмосферного воздуха при Госкомгидромете (Госконтрольатмосфера) эта функция была передана ей. Усилиями специалистов Госконтрольатмосферы и ее региональных инспекций к 1988 г. работы по регулированию выбросов в период НМУ проводились в 295 городах страны. Предупреждения о возможном росте загрязнения воздуха передавались более чем на 3000 предприятий. На подавляющем большинстве из них были разработаны мероприятия по снижению выбросов.

Порядок регулирования выбросов в период НМУ сохранился и действует до настоящего времени без изменений.

Если перечислять работы по регулированию выбросов в атмосферу, которые выполнялись в нашей стране впервые и вноси-

ли существенный вклад в охрану природы, то следует остановиться на Конвенции по дальнему трансграничному загрязнению воздуха (1979 г.). Работы по Конвенции велись ИППГ в рамках „Совместной программы наблюдения и оценки переноса на большие расстояния загрязняющих воздух веществ в Европе (ЕМЕП)”. В 1982 г. постановлением правительства при Госкомгидромете СССР создается Межведомственная комиссия по вопросам выполнения указанной Конвенции, председателем которой был назначен заместитель председателя Госкомгидромета В. Г. Соколовский. С небольшой группой специалистов центрального аппарата (Ю. С. Цатуров, С. В. Дутчак, С. Т. Евдокимова) и ГГО (Р. И. Оникул) В. Г. Соколовский провел анализ состояния дел по ограничению выбросов серы и азота от основных промышленных источников и оценил экономические и технические возможности снижения этих выбросов до того или иного уровня. Эта работа позволила Госкомгидромету предложить международному сообществу своеобразный подход к уменьшению трансграничных потоков: в сетку ЕМЕП включалась ограниченная территория европейской части страны. Исключены были Урал и Приуралье, где реконструкция предприятий с целью снижения выбросов требовала невероятных затрат при практически нулевом снижении воздействия трансграничных потоков на Европу. Одновременно предлагалось на остальной территории европейской части России рассмотреть каждый крупный объект выбросов в атмосферу в соответствующих координатах сетки ЕМЕП и назначить ему максимально возможное ограничение выбросов в атмосферу. Модельные расчеты по дальнему переносу загрязняющих веществ показали, что промышленные источники, расположенные в ближайшей к западной границе зоне, должны снижать выбросы на 50 %. Это значение уменьшалось по мере удаления от границы. Такой подход был поддержан специалистами промышленных отраслей и принят к исполнению. К моменту подписания Протокола к Конвенции 1979 г. по снижению выбросов серы Госкомгидрометом уже были разработаны согласованные задания по снижению выбросов  $SO_2$  по каждой отрасли в целом и по каждому объекту отрасли, расположенному на европейской части страны. Страна приняла на себя тяжелые международные обязательства: к 1993 г. снизить выбросы на 30 % по сравнению с показателями 1980 г. В целях снижения выбросов

серы практически все котельные и большинство электростанций, особенно расположенных в городах европейской части страны, перешли на сжигание природного газа. На предприятиях цветной металлургии значительно повысилась эффективность улавливания соединений серы из отходящих газов. Предприятия черной металлургии были оснащены дополнительными системами очистки газов и, главное, стали больше использовать доменный, коксовый газ в качестве энергоресурса, в результате чего сократился выброс этих газов в атмосферу. Забегая вперед, необходимо отметить, что международные обязательства по снижению выбросов соединений серы были выполнены. Успешное решение вопросов трансграничного переноса соединений серы позволяло надеяться на заключение в последующие годы международного соглашения по ограничению или сокращению выбросов и трансграничного переноса оксидов азота в Европе.

### **Подготовка проектов годовых и текущих планов социального развития**

Начиная с 1972 г. на территории Украинской ССР, а с 1974 г. по стране в целом под эгидой Госплана СССР министерства и ведомства приступили к разработке предложений к плану экономического и социального развития на пятилетний период по вновь введенному разделу „Охрана природы“. К основным плановым показателям были отнесены:

— общее количество улавливаемых и обезвреживаемых вредных веществ;

— отношение общего количества улавливаемых и обезвреживаемых вредных веществ к общему количеству вредных веществ, отходящих от всех источников загрязнения (в процентах);

— снижение выбросов вредных веществ в атмосферу;

— мощность и капитальные вложения на строительство воздухоохраных объектов.

Практически до проведения в 1980 г. инвентаризации выбросов загрязняющих веществ от отдельных источников и предприятия в целом показатели в планах определялись укрупненными расчетными методами. В последующие годы планирование изменилось качественно и приняло систематический характер.

При согласовании проектов планов в органах Госкомгидромета специалисты настаивали на том, чтобы планируемое общее количество вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу, соответствовало или не превышало нормативы ПДВ и временно согласованных выбросов (ВСВ). Поэтапное снижение выбросов определялось с ориентацией на внедрение лучшей техники. Особое внимание уделялось включению в проекты планов мероприятий, их финансовому обеспечению. В министерство и ведомство для обобщения поступал уже согласованный и утвержденный директором предприятия проект плана природоохранных мероприятий.

В центральном аппарате Госкомгидромета согласовывались проекты планов отраслей в целом, а также рассматривались предложения по отдельным объектам, на которых планировалось внедрение наиболее дорогостоящих и крупных систем очистки газов.

При систематических нарушениях порядка планирования дела передавались в административные комиссии, прокуратуру, комитеты народного контроля, доводились до сведения общественности через органы печати и информации.

По всеобщему мнению, работа по планированию в деле охраны природы сыграла положительную роль в „экологизации” как руководителей министерств и ведомств, так и директоров промышленных предприятий. Они свободно владели информацией о показателях основной хозяйственной деятельности и о состоянии обеспечения природоохранных требований. Кроме того, в составе всех союзных министерств были организованы управления, отделы и другие структуры по охране природы.

Государственное планирование отмерло вместе с плановой социалистической экономикой после 1990 г.

### **Нормирование выбросов стационарных источников загрязнения атмосферы**

Нормирование выбросов промышленных предприятий в нашей стране осуществлялось впервые. Подобные работы в других странах мира также не проводились.

Ю. А. Израэлем, В. Г. Соколовским, Ю. С. Цатуровым были намечены основные организационные принципы решения этой проблемы:

— совершенствование нормативно-правовой базы для создания унифицированных подходов к методам расчета ПДВ как в общесоюзном, так и в отраслевом разрезе, типизации структуры и состава ведомственного тома ПДВ, форм разрешений на выброс;

— максимальное вовлечение в эту работу министерств и ведомств, предприятия которых являются основными источниками загрязнения атмосферы, для обеспечения финансирования этой работы, введения ведомственного контроля за ходом установления нормативов и осуществлением мероприятий по их достижению;

— организация государственного контроля за соблюдением порядка нормирования, достоверностью и качеством выполняемых работ;

— координация действий органов исполнительной власти, министерств и ведомств, уполномоченных осуществлять контроль и надзор и задействованных в нормировании и сопряженных с ним вопросах;

— автоматизация работ по нормированию и созданию автоматизированной системы сбора, обработки и хранения информации о промышленных выбросах (АСИВ).

Эта идеология прежде всего была закреплена в целой серии нормативных и методических документов.

Выше упоминалось о том, что к 1980 г. вопросы нормирования выбросов нашли отражение в ГОСТ 17.2.3.02—78, Законе СССР „Об охране атмосферного воздуха” (1980 г.), а также в ряде партийно-правительственных постановлений, в том числе в постановлении Совета Министров СССР от 16 декабря 1981 г. № 1180 „О нормативах предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и вредных физических воздействий на нее”. В их развитие Госкомгидромет СССР ввел в действие:

— „Временную методику нормирования промышленных выбросов в атмосферу (расчет и порядок разработки нормативов предельно допустимых выбросов)”;

— „Типовую отраслевую инструкцию по установлению допустимых выбросов”;

— „Временные указания по определению фоновых концентраций” (совместно с Минздравом ).

Центральный аппарат Госкомгидромета рассмотрел и согласовал соответствующие отраслевые инструкции или методические указания по разработке нормативов ПДВ, оформлению и содержанию проектов норм выбросов (томов ПДВ) для 58 министерств и ведомств, каждое из которых имело свою специфику и особенности.

Согласование отраслевых документов и выработка унифицированных рекомендаций сопровождалась бурными обсуждениями и дискуссиями на семинарах и совещаниях с участием специалистов ведомственных головных организаций и головных организаций и научных подразделений Госкомгидромета СССР. Помимо Москвы (участники А. А. Беккер, Н. И. Самоль, А. С. Белявский), такие семинары неоднократно проходили в Ленинграде (ныне Санкт-Петербург) при активном участии И. М. Марковец, В. И. Кузнецова, В. Б. Миляева, в Минске при участии В. Н. Бахирева, в Свердловске при участии И. Е. Лобова и В. И. Трипольского, в Кемерово при участии О. П. Андрахановой, в Ташкенте при участии В. Г. Конюхова, в Выборге, Новгороде, Перми и др.

Наибольшие дебаты велись по методике расчета фоновых концентраций, выделения квоты на загрязнение, учета фонового уровня загрязнения в формулах расчета ПДВ в условиях экстремально высокого и высокого уровней загрязнения атмосферы, необходимости перехода от максимально разовых значений ПДК к среднесуточным, особенно по токсичным соединениям. Этот, казалось бы, второстепенный элемент (фоновая концентрация), включенный в расчеты нормативов ПДВ, во многом определял уровень норматива, объемы вложений и направленность мероприятий по снижению выбросов, а в будущем — плату за загрязнение атмосферного воздуха.

Широко обсуждался также вопрос о составе и объемах информации, которая должна включаться в ведомственные тома ПДВ. В целях удешевления работ по нормированию было разрешено для предприятий, выбросы которых создают максимально разовую концентрацию менее  $0,05$  ПДК<sub>м.р.</sub> или не превышают  $100$  т/год, нормативы устанавливать на уровне фактических на

основании форм статистической отчетности без дополнительных расчетов и составления тома ПДВ.

Для разработки сводного тома по конкретному городу или населенному пункту приказами по УГМС были назначены головные организации, функции которых были возложены на лаборатории контроля загрязнения атмосферы. В состав лабораторий были введены группы нормирования выбросов, разработки планов по охране воздушного бассейна и согласования проектов.

Основой для составления сводного тома по городу послужили материалы инвентаризации источников выбросов, а также проекты ведомственных томов ПДВ.

Работы осуществлялись совместно головной городской организацией, как правило, это ЦКЗПС или НИУ Госкомгидромета и головными ведомственными организациями согласно плану-графику. Головная городская организация составляла перечень предприятий и состав выбросов, на которые разрабатывались ПДВ, проверяла данные инвентаризации на предприятиях, для которых устанавливались ПДВ, осуществляла привязку координат предприятия к общей системе координат на карте-схеме города, решала все вопросы фонового загрязнения, разработки плана мероприятий по снижению выбросов и его согласования.

Выполнялись многовариантные расчеты полей загрязнения воздушного пространства для выбора приемлемого решения. Для расчетов использовались программы УПРЗА — версии ГГО, ВАМИ, Бел.ВНИПИ, ВНИПЧЭО, Гидробиосинтеза, Гипрохимреактива и Новокуйбышевского филиала Гипрокаучука („Эфир-3 (4)”). Расчетная картина загрязнения по этим программам не учитывала выбросы автотранспорта и низких неорганизованных источников. Этот путь требовал больших затрат и считался дорогостоящим. По ряду городов финансирование этих расчетов шло за счет основных источников-загрязнителей.

Головные организации, выбравшие другой путь составления сводного тома, а именно суммирования ведомственных томов ПДВ, попадали в зависимость от темпов работы ведомственных организаций и, несмотря на принимаемые меры, очень часто планы-графики установления нормативов ПДВ ведомствами срывались.

И тем не менее уже в 1983 г. сводные тома ПДВ были разработаны для всех городов приоритетного списка. Предприятия,



расположенные в этих городах, получили разрешения на выброс вредных веществ в атмосферу.

Заложенный в методологию нормирования подход, основанный на экономическом обосновании мероприятий по достижению нормативов выбросов и ранжированию этих мероприятий с учетом размера ущерба, причиняемого окружающей среде загрязнением атмосферы, определил переход в ближайшей перспективе от административного метода управления качеством природной среды к экономическому. Ряд УГМС, выполняющих роль головных городских организаций по нормированию выбросов, разработали алгоритмы автоматического расчета экономического ущерба (Узбекское, Западно-Сибирское УГМС и др.). Наиболее серьезные разработки в этой области были выполнены специалистами ИПГ (О. П. Тищенко, А. С. Белявский и др.).

Методология установления нормативов ПДВ для источника выбросов и предприятия в целом была полностью включена в процесс разработки проектной документации на строительство (реконструкцию) предприятий и проведения государственной экологической экспертизы. Госкомгидромет отстоял свою позицию: для проектируемого предприятия временных нормативов на выброс не устанавливается, утверждается только норматив ПДВ, и разрешение на выброс выдавалось до утверждения проекта.

Выше уже указывалось, что задания пятилетних планов разрабатывались с учетом необходимости достижения ПДВ на предприятиях, получивших разрешения на выброс в виде ВСВ. Постоянный контроль за реализацией этих принципов привел к положительным результатам. Так, итоги выполнения Государственного плана ввода мощностей и использование лимита капитальных вложений на мероприятия по охране природы за 1981—1984 гг. свидетельствовали о систематическом увеличении мощности вводимых установок для улавливания и обезвреживания вредных веществ из отходящих газов: 1981 г. — 40,5 млн. м<sup>3</sup>/ч; 1982 г. — 51,4 млн. м<sup>3</sup>/ч, 1983 г. — 34 млн. м<sup>3</sup>/ч; 1984 г. — 38,1 млн. м<sup>3</sup>/ч.

Проблематичным оставался вопрос: „Каким образом обеспечить достижение установленных нормативов?“. При наличии в стране определенных успехов в создании новых систем очистки газов, высокоэффективных и, как правило, наиболее экологичес-

ки чистых технологий министерства и ведомства не спешили внедрять научно-технические достижения в области охраны природы и, в частности, снижения выбросов в атмосферу. Разрыв между разработкой и внедрением новой техники достигал 10—15 лет.

Осознавая актуальность решения возникшей проблемы, Госкомгидромет обратился в Совет Министров СССР с проектом конкретной программы действий, предлагая до 1 июня 1985 г. разработать и утвердить министерствами и ведомствами мероприятия по снижению выбросов до установленных нормативов для подведомственных предприятий, расположенных в экологически напряженных городах и населенных пунктах. Перечень объектов по Минэнерго включал 158 ТЭС, расположенных в 80 городах страны; по Миннефтехимпрому — 46 объектов в 27 городах и т. д.

Всего в список были включены более 600 предприятий, являющихся основными загрязнителями атмосферы городов и принадлежащих 20 министерствам. Мероприятия по достижению ПДВ на этих предприятиях должны быть осуществлены в плановом порядке в течение 1986—1995 гг.

Одновременно предлагалось начиная с 1986 г. предусматривать увеличение производства и поставок бензинов, не содержащих тетраэтилсвинца, с тем чтобы к 1995 г. обеспечить переход в столицах союзных республик и городах-курортах на использование этого топлива.

Предложения в правительство касались и структурных преобразований. По мнению Госкомгидромета, было бы эффективнее функции контроля за работой действующего пылегазоочистного оборудования на предприятиях страны передать Государственной инспекции Госкомгидромета путем объединения инспекции Минхиммаша и Госкомгидромета.

Изложенные выше предложения были приняты правительством и утверждены постановлением от 06.12.84 № 1203.

С выходом этого постановления и в его исполнение ГКНТ и Госкомгидромет сформировали специализированную научно-техническую программу (0.85.04) на XII пятилетку по разработке и внедрению новых технологических процессов, методов и средств очистки выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, обеспечивающих значительное снижение загрязнения атмосферного воз-

духа городов и других населенных пунктов, промышленных центров.

Отрасли народного хозяйства разработали свои научно-технические планы, направленность и сроки исполнения которых во многом соответствовали заданиям Госкомгидромета в области охраны атмосферного воздуха; в частности, одно из заданий указанного постановления было направлено на создание и освоение серийного производства средств контроля за состоянием атмосферного воздуха и источниками его загрязнения. Под контролем и методическим руководством специалистов УНВ (Ю. С. Цатуров, Г. Л. Шик, А. И. Панков) к 1985 г. были разработаны и переданы в Минприбор технические требования для проектирования и производства стационарной станции контроля промышленных выбросов и соответственно унифицированные ряды газоанализаторов для контроля содержания диоксида серы, суммы углеводородов, аммиака, оксида углерода, диоксида азота, хлора, сероводорода в выбросах промышленных предприятий, малогабаритный автоматический хроматограф для анализа органических примесей, передвижная лаборатория для контроля промышленных выбросов в атмосферу, приборы дистанционного контроля. В 1988—1989 гг. ожидали их серийное производство. В последующие годы заданные темпы создания природоохранных измерительных средств заметно снизились в связи с общим спадом хозяйственной деятельности в стране.

### **Контроль за источниками выбросов загрязняющих веществ в атмосферу**

Эффективность любой совершенной системы нормирования или в целом регулирования качества окружающей среды снижается пропорционально недостаткам организации соответствующего контроля. Осознавая это, Госкомгидромет уделял повышенное внимание вопросам контроля количества и состава загрязняющих веществ в промышленных выбросах. Основным принципом контроля за уровнем выбросов был провозглашен инструментальный метод. Основной фактор, который сдерживал темпы работ в этой области, — это слабая оснащенность источников выбросов измерительными средствами и полное отсутствие спе-

циализированной газоаналитической техники по определению вредных веществ в выбросах. На предприятиях для определения выбросов использовались методы лабораторного анализа на базе универсальных аналитических средств или данные приборов, предназначенных для технологического контроля.

В рамках уже упомянутой выше научно-технической программы ГКНТ 0.85.04 „Создать и внедрить эффективные методы и средства контроля загрязнения окружающей среды” организациями ряда министерств и ведомств были подготовлены методики по определению содержания вредных веществ в отходящих газах промышленных предприятий. В целях унификации измерений и ускорения внедрения этих методик Госкомгидромет выпустил „Сборник по определению концентраций загрязняющих веществ в промышленных выбросах, части 1 и 2” (1984 г.).

Наряду с давно и широко применяемыми во многих отраслях промышленности методами анализа, основанными на фотометрическом и титрометрическом принципах, в сборнике помещены потенциометрические и другие перспективные методы измерений.

Большую практическую роль в организации контроля сыграл руководящий документ Госкомгидромета, регламентирующий допустимую погрешность измерения концентраций загрязняющих веществ в выбросах лабораторными и экспресс-методами не выше  $\pm 25\%$  во всем диапазоне измерений, а измерения объемного расхода газов — не выше  $10\%$ .

Научные подразделения ведомств разработали соответствующие отраслевые руководящие документы по контролю за выбросами. Они были подготовлены и введены во всех 11 министерствах, предприятия которых являются основными источниками выбросов в атмосферу.

В помощь по организации контроля на промышленных предприятиях ГГО систематически выпускала перечни методик, которые были рекомендованы к применению и не требовали дополнительных согласований.

Исходя из необходимости срочного введения контроля за источниками выбросов, соответствующие подразделения ГГО под руководством В. И. Красова предложили использовать для промышленного контроля уже отработанные и серийно выпускаемые приборы и прежде всего автоматические газоанализаторы.

Ими была разработана система пробоотбора газа и его разбавления до параметров, отвечающих условиям проведения анализов с использованием газоанализаторов ГМК-3 и ГКП-1 (анализ на оксид углерода и диоксид серы). Эта система была апробирована на предприятиях Ленэнерго, и в 1983 г. СКТВ „Аэрозоль” (Ереван) совместно с НИИОГАЗом (Москва) выпустили опытную партию пробоотборных устройств и разбавителей. Этот метод контроля был принят на вооружение территориальными органами Госкомгидромета.

Одновременно, используя опыт применения в химической промышленности оптико-акустических газоанализаторов для технологических целей, ГГО совместно с СКВ „Транснефтеавтоматика” (Москва) создали образец проботранспортировки, который открывал возможности использования, например, ИК-спектрального газоанализатора ГИАМ-5 (свыше 25 веществ) для контроля оксидов азота в энергетике, сероуглерода — в химической промышленности, сероводорода — в нефтехимии и других производствах.

Если говорить о нерешенных вопросах в деле охраны природы в рассматриваемый исторический период, то среди них — недостаточная организация инструментального контроля за выбросами. Эта проблема остается и в настоящее время.

Данный пробел в системе контроля заполняется расчетными методами определения выбросов. По инициативе сотрудников центрального аппарата Госкомгидромета (С. Т. Евдокимовой, В. Т. Григорьяна) был проведен анализ отечественных и зарубежных инструментальных данных о содержании загрязняющих веществ в отходящих газах наиболее „загрязняющих” источников выбросов. Госкомгидромет выпустил „Сборник методик по расчету выбросов в атмосферу загрязняющих веществ различными производствами” (1986 г.). Помещенные в сборнике методики охватывали более 50 производств. Эти рекомендации были приняты к исполнению и утверждены соответствующими министерствами и ведомствами в качестве отраслевых указаний для расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Они используются и до настоящего времени с незначительными уточнениями и дополнениями.

## Государственный контроль за охраной атмосферного воздуха

Первое упоминание о создании в системе Госкомгидромета Государственной инспекции по охране атмосферного воздуха (Госконтрольатмосфера) относится к постановлению правительства № 984 от 1 декабря 1978 г.

Руководство Госкомгидромета было глубоко убеждено в необходимости создания органа для инспекционного контроля, однако юридически свою деятельность инспекция начала с выхода приказов Госкомгидромета СССР от 07.12.82 „Об утверждении Положения о Государственной инспекции по охране атмосферного воздуха” (приказ № 212) и „Об организации Государственной инспекции по охране атмосферного воздуха” (приказ № 213). Ю. С. Цатуров был назначен ее начальником и одновременно Главным государственным инспектором СССР по охране атмосферного воздуха, А. С. Дадаян — его заместителем. Они приступили к формированию центрального аппарата и территориальных органов Госконтрольатмосферы.

При их непосредственном участии были созданы государственные инспекции по охране атмосферного воздуха в союзных республиках (в РСФСР — региональные госинспекции), регионах, автономных республиках, краях и областях, а также введены должности уполномоченных государственной инспекции по охране атмосферного воздуха в городах и промышленных центрах.

Расследуя причины аварийных и залповых выбросов, условия возникновения высоких и экстремально высоких уровней загрязнения атмосферы, а также контроля за достижением ПДВ, Госконтрольатмосфера все чаще вскрывала факты недостаточно жесткого контроля со стороны Государственной инспекции по контролю за работой газоочистного оборудования Минхиммаша в части оценки эффективности, надежности работы производимого этим ведомством пылегазоочистного оборудования. Из поля зрения этой ведомственной инспекции практически полностью выпадали вопросы повышения оснащенности источников выбросов соответствующими пылегазоочистными установками, улучшения качества их производства и обеспечения бесперебойности работы.

В целях повышения эффективности и действенности государственного контроля за охраной атмосферного воздуха председатель Госкомгидромета Ю. А. Израэль обратился в правительство с предложением об объединении усилий госинспекции Госкомгидромета и Минхиммаша. Это предложение было принято и закреплено постановлением правительства от 06.12.84 № 1203.

Можно сказать, что в 1985 г. завершилось формирование Госконтрольатмосферы как в центральном аппарате, так и на территории страны. Всего инспекторский контроль осуществляло более 1500 инспекторов. Местные органы Госконтрольатмосферы к своим проверкам активно привлекли общественные организации, научные общества и граждан. К концу 1986 г. в сетевых органах Госинспекции работало 230 общественных инспекторов.

И если конкретизировать деятельность Госконтрольатмосферы, то в оперативном режиме она была направлена на осуществление государственного контроля:

- соблюдения предприятиями, учреждениями и организациями, независимо от их ведомственной принадлежности, должностными лицами и гражданами законодательства Союза ССР, союзных и автономных республик, решений местных Советов народных депутатов;

- выполнения предприятиями, учреждениями и организациями планов и заданий по охране атмосферного воздуха;

- соблюдения нормативов ПДВ загрязняющих веществ в атмосферу и временно согласованных выбросов стационарными и передвижными источниками загрязнения, а также выполнения планов снижения этих выбросов до установленных нормативов;

- выполнения разрабатываемых предприятиями, учреждениями и организациями планов мероприятий по охране атмосферного воздуха в целях предотвращения и сокращения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу;

- осуществления мероприятий по предотвращению и сокращению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу транспортными и иными передвижными средствами и установками;

- выполнения плановых заданий по строительству и вводу в эксплуатацию сооружений, оборудования и аппаратуры для очистки выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, а также

оснащенности приборами контроля источников выбросов и использования выделенных на эти цели средств.

Уже через два года инспекторами по охране атмосферного воздуха было проверено около 20 тыс. промышленных объектов и автопредприятий, расположенных в 918 городах, промышленных центрах и населенных пунктах страны. Правительству было доложено о достигнутых положительных сдвигах по сокращению выбросов, в том числе снижению их на ряде предприятий до установленных нормативов.

Данные Общегосударственной службы наблюдений и контроля загрязнения природной среды также свидетельствовали о наметившихся положительных тенденциях в улучшении состояния атмосферного воздуха. К 1987 г. стабилизировалось или уменьшилось содержание пыли в атмосферном воздухе в 292 городах, оксида углерода — в 215 городах, диоксида азота — в 232 городах, сероводорода — в 59 городах из числа контролируемых.

Однако в 98 городах по отдельным примесям отмечалось значительное превышение ПДК. В этих городах инспекторскими проверками выявлено более 8 тыс. случаев нарушений требований Закона СССР „Об охране атмосферного воздуха“.

В более чем 300 городах страны была проведена операция „Чистый воздух“, активизировавшая воздухоохранную работу автотранспортных предприятий, в ходе которой органами Государственной инспекции совместно с ГАИ МВД, СЭС Минздрава, республиканскими обществами охраны природы было проверено 409 тыс. автомобилей, из них 111 тыс. имели повышенный выброс загрязняющих веществ.

К нарушителям законодательства, норм и правил по охране атмосферного воздуха органами Госинспекции было применено почти 25 тыс. санкций. В административные комиссии исполкомов Советов народных депутатов было направлено 12 527 протоколов на должностных лиц для наложения штрафов. За систематическое нарушение воздухоохранного законодательства, невыполнение предписаний и постановлений органов Госинспекции, а также за допущение аварийных и залповых выбросов, приведших к тяжелым последствиям, в 368 случаях материалы на виновников были направлены в органы прокуратуры для принятия мер воздействия или возбуждения уголовных дел.



Самой сложной в практике инспекторского контроля была процедура принятия решения о приостановке или прекращении работы установок, цехов, производств. Несмотря на психологическое давление со стороны хозяйственников и партийных органов, ежегодно выносилось от 1000 (1983 г.) до 2200 (1987 г.) предписаний об ограничении деятельности предприятий, если они систематически допускали технологические и другие нарушения, приводящие к сверхнормативным выбросам или соответствующим высоким уровням загрязнения.

Госинспекция по г. Москве (начальник П. А. Бородай) ставила вопрос о разработке перечня предприятий и производств, которые в приоритетном порядке должны быть выведены за пределы города. Среди них ряд цехов Карачаровского завода пластмасс, завода им. Войкова, завода им. Лихачева, завода „Москабель” и т. д. За годы „перестройки” частично эти предложения были реализованы.

В помощь инспекторской деятельности по вопросам ограничения хозяйственного производства был разработан специальный документ, согласованный с Генеральной прокуратурой, Минздравом и ГАИ МВД, под названием „Критерии, в соответствии с которыми органами Государственной инспекции по охране атмосферного воздуха может быть приостановлена, ограничена или запрещена деятельность отдельных промышленных и иных установок, цехов, предприятий, учреждений и организаций”. Подготовка этого документа была вызвана не только необходимостью обоснования правомочности принимаемого инспектирующим органом решения, но и с целью исключения необоснованных нападков со стороны предприятия и субъективных подходов представителей исполнительных органов власти, прокуратур к действиям инспектора.

Следует подчеркнуть, что изложенный выше инструмент инспекторского контроля относился к разряду самых эффективных. Обусловлено это тем, что финансовые убытки, которые несет предприятие при ограничении его деятельности в пользу охраны природы, несравнимо выше всех установленных штрафов и взысканий, включая взыскания за административные правонарушения. Чтобы не нести реальные убытки, загрязнитель старается выполнить предъявленные к нему требования по охране

природы, выделяя значительные средства на системы очистки, совершенствование технологии и производств.

К сожалению, этот установленный на практике экономический принцип эффективного воздействия на загрязнителя был впоследствии исключен из экономического механизма охраны природы. По настоянию ученых АН СССР предпочтение было отдано принципу компенсации загрязнителем ущербов, наносимых окружающей среде, в виде платы за выбросы. Тем самым был задействован только один элемент экономических отношений. Он правомочен и справедлив, однако не является самым эффективным с точки зрения предупреждения загрязнения окружающей среды и полномасштабной реализации правила „загрязнитель платит”. Избрав этот путь, ответственность за загрязнение окружающей среды мы переложили на плечи потребителя товарной продукции через повышение цен на нее и на экологические фонды, которые аккумулируют средства природоохранного назначения. И те, и другие не в состоянии предотвратить или снизить выбросы, поскольку не имеют никакого отношения к производству — источнику загрязнения окружающей среды. Десятилетний опыт (1991—2000 гг.) взимания платы за загрязнение атмосферного воздуха продемонстрировал неэффективность избранного пути по сравнению с другими направлениями, более свойственными рыночным условиям (страхование, штрафные санкции, налоги).

Практика инспекторских проверок и применения санкций к нарушителям природоохранных требований показала также, что получить желаемый эффект возможно только при четкой координации деятельности органов контроля и надзора в области охраны атмосферного воздуха. По инициативе руководства Госкомгидромета и Госконтрольатмосферы и при непосредственном участии В. Г. Соколовского, Ю. С. Цатурова в комплексных проверках принимали участие представители всех контролирующих органов (СЭС, региональные госинспекции, органы государственной статистики и т. д.) в рамках своих полномочий.

Деятельность Госкомгидромета по улучшению координации деятельности органов государственного контроля и надзора, повышению эффективности этого контроля нашла отражение в „Положении о порядке взаимодействия органов госконтроля за охраной атмосферного воздуха”, а также в „Положении о Совете

по координации деятельности органов государственного контроля за охраной атмосферного воздуха” (1983 г.). Работа по координации по достоинству была оценена в будущем вновь созданным Комитетом по охране природы СССР, который распространил ее на все сферы охраны природы. В условиях рыночной экономики инспекторская работа по предупреждению загрязнения атмосферного воздуха резко сократилась, а в отдельных регионах была вообще ликвидирована.

Стремление к ускоренному решению проблем охраны атмосферного воздуха на основе полученных данных об источниках его загрязнения стимулировало разработку специалистами Госконтрольатмосферы проектов постановлений правительства об осуществлении мероприятий по снижению выбросов. Среди них — постановления Совета Министров СССР „О предотвращении загрязнения атмосферного воздуха в городах: Челябинске, Магнитогорске и Карабаше”, „О мерах по обеспечению охраны и рационального использования природных ресурсов озера Байкал на 1986—1995 гг.”, „Положение о проведении ежегодной операции «Чистый воздух»” и др. Многие из них в настоящее время реализуются в качестве федеральных или муниципальных природоохранных программ. Особо следует отметить деятельность Госконтрольатмосферы по разработке долгосрочной „Государственной программы охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов до 2005 г.”, раздела „Охрана атмосферного воздуха”.

Разработка программы была поручена Госконтрольатмосфере (Ю. С. Цатуров) при научном и методическом сопровождении со стороны ГГО (ответственные исполнители А. С. Зайцев, В. Д. Николаев, Н. С. Буренин, Э. Ю. Безуглая при активном участии других сотрудников отдела исследований диффузии и загрязнения атмосферы). Ответственными исполнителями от Госконтрольатмосферы были С. Т. Евдокимова, Л. И. Аверина, Л. Т. Беспалова, Д. Г. Говтвань, С. В. Маркин. Практически все сотрудники центрального аппарата Госконтрольатмосферы приняли участие в подготовке материалов к проекту. При разработке заданий по охране атмосферного воздуха они работали с представителями Минэнерго, Минчермета, Минцветмета, Миннефтехимпрома, Минхимпрома, Минтяжмаша, Минэлектротехпрома, Минстройматериалов, Минмедбиопрома, Госагропрома и др.

Общее руководство созданием проекта программы осуществлял Ю. А. Израэль.

На основе информации о состоянии дел по охране атмосферного воздуха был предложен нетрадиционный подход к решению проблем оздоровления атмосферы. Его суть заключалась в следующем. По данным Госкомгидромета, высокий уровень загрязнения атмосферы городов СССР обусловлен прежде всего выбросами специфических веществ. В связи с этим было предложено в государственной программе основное внимание сосредоточить на установлении тех специфических веществ, которые формируют высокое загрязнение воздуха в конкретном городе, разработке заданий предприятиям, ответственным за высокий уровень загрязнения, обеспечении снижения выбросов этих веществ в атмосферу.

К началу разработки проекта программы годовые выбросы по стране составили 102 млн. т, в том числе от стационарных источников (промышленности) — 65 млн. т, от автотранспорта — 37 млн. т. В наибольшем количестве выбрасывались твердые вещества, диоксид серы, оксиды азота, оксид углерода. Кроме того, в атмосферу поступало большое количество менее распространенных, специфических, веществ. Их выбросы значительно меньше, но многие из них обладают высокой токсичностью и представляют большую опасность для здоровья населения и состояния окружающей среды. С выбросами промышленных предприятий в атмосферу поступало 129 тыс. т сероводорода, 93,5 тыс. т сероуглерода, 36,9 тыс. т серной кислоты, 29,5 тыс. т фтористых соединений, 10 тыс. т свинца, 9,6 тыс. т хлора, а также аммиак, формальдегид, бенз(а)пирен, фенол и другие вещества, сведения об объемах которых либо занижены, либо отсутствовали.

Из массовых загрязнителей основное количество твердых веществ выбрасывалось предприятиями Минэнерго (38 %), Минчермета (15 %), Минстройматериалов (13 %) и т. д. Что касается выбросов специфических веществ, то приоритет министерств меняется. Основной вклад в суммарные выбросы, например, сероводорода вносили предприятия Минлесбумпрома (20 %), Минчермета (20 %), Миннефтехимпрома (17 %) и Минуглепрома (13 %). Сероуглерод выбрасывался в основном предприятиями Минхимпрома (88 %). Около 60 % фтористых соединений поступало в атмосферу от предприятий Минцветмета, 20 % — Мин-

удобрений. Свинец (90 %) выбрасывался предприятиями Минцветмета и т. д.

В 58 из 97 городов, в которых максимальные разовые концентрации загрязняющих веществ превышали 10 максимально разовых ПДК, такое превышение происходило за счет специфических веществ: сероводорода, сероуглерода, фенола, фтористого водорода, свинца, ртути, формальдегида, аммиака, трикрезола, метилмеркаптана.

При подготовке материалов к государственной программе было выделено 276 городов с населением более 90 млн. человек, которые по степени загрязнения атмосферы были разделены на 4 группы:

I группа — 115 городов с населением более 100 тыс. жителей каждый и индексом загрязнения атмосферы (ИЗА) более 10, а также города, в которых наблюдается повышенное содержание пыли белково-витаминных концентратов;

II группа — 77 городов с населением более 100 тыс. жителей и ИЗА менее 10;

III группа — 21 город с населением менее 100 тыс. жителей и высоким уровнем загрязнения (ИЗА более 10);

IV группа — 63 города с населением менее 100 тыс. жителей и индексом загрязнения менее 10.

Кроме того, на основе сопоставления и анализа данных о загрязнении воздуха был выделен список из 60 городов страны, в которых требовалось первоочередное внедрение мер по снижению автомобильных выбросов.

Если бы Госконтрольатмосфера при разработке программы придерживалась традиционных предложений министерств и ведомств, то снижение уровней загрязнения воздушного бассейна городов до санитарно-гигиенических нормативов не было бы достигнуто. К 2010 г. оставалось бы 2—3 % городов с превышением 10 ПДК, увеличилось бы число городов с повышенным уровнем загрязнения по оксидам азота, сохранялся бы приоритетный список городов с повышенным содержанием специфических примесей в воздухе.

Разработчики программы предложили отказаться от представленных министерствами прогнозов и сформулировали новые цели по охране атмосферного воздуха.

Организационно-технические мероприятия, разработанные для решения этих задач, должны были обеспечить в целом по СССР:

— снижение к 2000 г. выбросов более 30 специфических вредных веществ в 276 приоритетных городах с повышенным уровнем загрязнения атмосферы более чем на 80 % (195 тыс. т);

— снижение суммарных выбросов к 2005 г. основных вредных веществ от промышленных предприятий на 45 % (273 млн. т), в том числе пыли — на 57 % (8,37 млн. т), диоксида серы — на 53 % (9,4 млн. т), оксида углерода — на 36 % (5,4 млн. т), диоксида азота — на 23 % (0,96 млн. т), углеводородов — на 37 % (2,8 млн. т), от автотранспорта в целом на 40—45 % (около 16 млн. т), в том числе соединений свинца — на 100 % (полностью исключить эти выбросы), оксида углерода — на 50 %, углеводородов — на 30 %, стабилизацию до 2000 г. выбросов оксида азота и сажи на уровне 1990 г. и далее их сокращение примерно на 10 %.

Осуществление атмосфероохранных мероприятий по выполнению заданий снижения промышленных выбросов от предприятий и автотранспорта, поставленных в данной программе, потребовало капитальных вложений в объеме 57,8 млрд. руб., в том числе в промышленности — 29,3 млрд. руб. (из них 9,9 млрд. руб. для уменьшения выбросов специфических вредных веществ и 28,4 млрд. руб. — от автотранспорта). С учетом обеспечения производства новыми видами газоочистного и пылеулавливающего оборудования необходимо дополнительное финансирование в объеме 4,6 млрд. руб., в том числе на производство оборудования для очистки газообразных и жидких веществ — 3,1 млрд. руб.

Для выполнения целей и задач государственной программы были установлены задания 58 министерствам. К программе были приложены конкретные задания министерствам и ведомствам по снижению выбросов на предприятиях, расположенных в наиболее напряженных в этом отношении городах и регионах, с оценкой предполагаемых капитальных вложений.

Предложенный Госкомгидрометом проект раздела программы по охране атмосферного воздуха диссонировал с разработками других разделов. При обсуждении программы в ГКНТ высказывались различные мнения. Но большинство ученых и специа-

листов министерств и АН СССР подчеркивали, что концепция и детализация раздела по охране атмосферного воздуха наиболее полно отвечали интересам охраны природы.

Новая экономическая политика страны и распад СССР не позволили реализовать программу в полном объеме на государственном уровне.

Однако министерства и ведомства, а также предприятия, рассмотренные в разделе по охране атмосферного воздуха, следовали его рекомендациям при разработке текущих природоохранных планов. В 1990-е годы для территориальных органов по охране природы эти рекомендации служили „реперными точками” принятием решений о регулировании хозяйственной деятельности промышленных объектов.

Масштабность выполненных проработок обуславливала четкое понимание проблем охраны природы и реальных путей их решения. Опираясь на это, Ю. А. Израэль в апреле 1987 г. обратился к Председателю Совета Министров СССР Н. И. Рыжкову с предложением о расширении полномочий Госкомгидромета и предоставлении ему статуса союзного (союзно-республиканского) органа, ответственного за весь контроль состояния природной среды и возобновляемых природных ресурсов.

Предложение Госкомгидромета по совершенствованию системы управления не было принято. Постановление правительства от 07.01.88 № 32 „О коренной перестройке дела охраны природы” в стране предусматривало взамен существующих министерств и ведомств, выполнявших функции по управлению и контролю в области охраны природы и природопользования, создать союзно-республиканский Государственный комитет СССР по охране природы (Госкомприрода СССР). Госкомприроде от Госкомгидромета были переданы функции государственного контроля за охраной атмосферного воздуха и другие, связанные с организацией охраны и регулирования использования воздушного бассейна.

Многие специалисты центрального аппарата Госкомгидромета и Госконтрольатмосферы и территориальных органов перешли на работу в систему Госкомприроды, республиканских министерств и комитетов по охране природы. Всех их объединяли одни цели — дальнейшее укрепление технической и правовой базы и прежде всего инспекторского контроля, совершенствова-

ние системы нормирования выбросов и сбросов в окружающую среду путем введения технических нормативов на содержание загрязняющих веществ в отходящих газах и стоках, выбрасываемых в окружающую среду, развитие производственного (ведомственного) контроля и внедрение высокоэффективных методов очистки и т. д., иными словами, ускоренная ликвидация всех узких мест, которые были выявлены в предыдущие периоды ведения дела охраны природы.

В ходе структурной перестройки органов охраны природы и постоянных кадровых перестановок накопленный за рассмотренное двадцатилетие потенциал в деле охраны природы постепенно исчерпывался. К началу третьего тысячелетия природоохранные органы по существу превратились в фискальный аппарат по изъятию у промышленных предприятий денежных средств, что наносит ущерб не столько хозяйственной деятельности — источника загрязнения, сколько эффективности охраны природы. Об этом свидетельствуют данные о повышенных уровнях загрязнения окружающей среды, в том числе атмосферы городов и промышленных центров, не соответствующих объемам промышленного производства.

Предыдущие разделы не полностью охватывают деятельность Госкомгидромета СССР по охране атмосферного воздуха. Определенного внимания заслуживает обширнейшая практика участия специалистов Госкомгидромета, ГГО, ИПГ в экспертизах проектов хозяйственной деятельности как на уровне предприятий, так и в территориальном разрезе. До настоящего времени специалисты Госкомгидромета и его научные подразделения являются наиболее квалифицированными экспертами по вопросам охраны природы. Положительный задел был внесен в практику организации контроля за безопасностью автомобильного транспорта для окружающей среды, за предприятиями оборонного комплекса, системы Министерства внутренних дел.

В целом двадцатилетие (1968—1988 гг.) активного участия специалистов Гидрометслужбы СССР, Госкомгидромета, Госконтроля атмосферы в деле охраны атмосферы характеризуется как период времени, когда общество осознало необходимость охраны природы.

Накопленный в Госкомгидромете научный потенциал и его высококвалифицированные кадры послужили также фундамен-



том для создания ряда научных подразделений по охране атмосферы в рамках Госкомприроды (в Ленинграде, Москве, Перми, Ташкенте), а научные разработки успешно использовались в новых экономических условиях.

## ИССЛЕДОВАНИЯ И НАБЛЮДЕНИЯ В ОБЛАСТИ АВИАЦИОННОЙ МЕТЕОРОЛОГИИ

Метеорологическое обеспечение авиации в значительной степени отличается от других повседневных задач, решаемых Гидрометслужбой России, поскольку авиация является наиболее зависимым от погоды видом транспорта.

Наблюдательные системы, обслуживающие авиацию, должны быть оснащены специальным оборудованием, для составления прогнозов необходима разработка специальных методов и технологий, передача информации должна соответствовать жестким процедурам, как национальным, так и международным.

В связи с этим история развития авиационной метеорологии в рамках Гидрометслужбы России неразрывно связана, с одной стороны, с развитием метеорологии и Гидрометслужбы в целом, а с другой — с развитием гражданской авиации и самолетостроением. К наиболее важным достижениям Гидрометслужбы в метеорологии за послевоенный период, способствующим повышению качества и эффективности метеорологического обеспечения авиации, можно отнести:

- быстрое развитие сети аэрологических и синоптических наблюдений (1945—1960 гг.);

- построение теории гидродинамического краткосрочного прогноза метеорологических полей и создание первых численных схем прогноза (1950—1960 гг.);

- начало внедрения в оперативную практику численных методов прогноза погоды с использованием быстродействующих ЭВМ (1962—1972 гг.);

- начало использования данных с метеорологических спутников Земли в анализе и прогнозе погоды (1961—1970 гг.);

- создание сети радиолокационных наблюдений;

- разработку глобальных гидродинамических моделей общей циркуляции атмосферы и создание уникальных технологий прогнозирования погоды до 5—7 суток на базе сверхмощных ЭВМ.

В свою очередь, в развитии авиации наиболее важными этапами, способствующими резкому увеличению требований к метеорологическому обеспечению, являются следующие:

— начало регулярных полетов на трассах гражданской авиации реактивных и турбовинтовых самолетов (первый полет Ту-104 состоялся 15 сентября 1956 г. из Москвы в Иркутск; английские и американские реактивные самолеты начали регулярные рейсы лишь в 1958 г.);

— широкое использование на местных воздушных линиях вертолетов и легкомоторных самолетов (первый полет вертолета Ми-1 состоялся в октябре 1948 г.);

— испытательные и рейсовые полеты сверхзвукового транспортно-го самолета Ту-144 (первый испытательный полет совершен в 1975 г., первый пассажирский рейс Москва — Алма-Ата — в 1977 г.);

— выход на авиалинии воздушных судов с большой дальностью полета (Ил-62, 1965 г., Ту-154 и широкофюзеляжных самолетов-аэробусов Ил-86).

Опыт по метеорологическому обеспечению авиации, накопленный за период Великой Отечественной войны, позволил сравнительно быстро перестроить работу метеорологических подразделений на мирный лад.

Количество авиационных метеорологических станций (АМСГ) к 1950 г. увеличилось в 2 раза, а по сравнению с довоенным уровнем — в 6 раз. В ноябре 1945 г. Центральное авиационное метеорологическое бюро в Москве (ЦАМБ) было преобразовано в службу Московского аэропорта Внуково и объединено с существовавшей там АМСГ.

10 февраля 1947 г. филиал Центрального института прогнозов (ЦИП) при Главном управлении гражданского воздушного флота был реорганизован в авиационное отделение отдела краткосрочных прогнозов. 1 ноября 1948 г. это отделение выделено в самостоятельный отдел ЦИПа.

В задачу нового отдела входила разработка методов авиационных прогнозов погоды и новых форм метеорологического обеспечения гражданской авиации. Создание отдела именно в этот период было вызвано также потребностью в объединении и координации научной и методической работы в области прогнозов погоды для авиации.

В 1949—1954 гг. в отделе были выполнены исследования, направленные на разработку методов прогноза низких облаков

(Е. И. Гоголева), обледенения самолетов (И. Г. Пчелко) и верхней границы фронтальных слоистообразных облаков (К. Г. Абрамович).

Большой вклад в разработку физико-метеорологических основ процесса обледенения самолетов в облаках различных форм был сделан в эти годы сотрудниками Центральной аэрологической обсерватории (ЦАО) А. М. Боровиковым, И. П. Мазиным, А. Х. Хргианом, В. Е. Минервиным. В ЦАО был выполнен также цикл экспериментальных и теоретических исследований конденсационных следов за самолетами (И. П. Мазин, А. Х. Хргиан). В 1953—1954 гг. Центральным институтом прогнозов было выпущено „Руководство по краткосрочным прогнозам погоды”. Во второй части этого Руководства были обобщены методики прогнозирования важных для авиации метеорологических величин и явлений. В частности, главы, посвященные прогнозу температуры, ветра, шквала, метелей и тумана, были написаны Н. В. Петренко, прогнозу видимости и обледенения самолетов — И. Г. Пчелко, прогнозу гололеда — К. Г. Абрамович и прогнозу болтанки самолетов — В. П. Гуровым.

В течение 1955—1957 гг. в ЦИПе, Главной геофизической обсерватории (ГГО), ЦАО, региональных научно-исследовательских институтах и обсерваториях, в ряде бюро погоды и АМСГ были выполнены работы по изучению низкой облачности, ухудшения видимости, обледенения самолетов, ливней и гроз, а также струйных течений.

Исследования проводились по согласованным планам и программам, включающим в себя работы теоретического характера, а также обработку данных различного вида аэрологических и метеорологических наблюдений. Общее руководство всеми работами осуществлял ЦИП в лице ответственных исполнителей тем: К. Г. Абрамович — по низкой облачности, Н. В. Петренко — по видимости, И. Г. Пчелко — по обледенению самолетов, Н. В. Лебедевой — по ливням и грозам и Х. П. Погосяна — по струйным течениям.

Быстрыми темпами осуществлялось совершенствование наблюдательной сети, систем сбора и передачи информации. Прошли испытания и были внедрены в практику новые приборы: АРМЭ-1 и ДМС, М-37, РНГО, ИВО „Облако”.

Стали открываться проводные каналы связи АМСГ с центральными телеграфами.

Так, в 1956 г. ЦАМСГ (Внуково) получила проводные каналы связи с Центральным телеграфом Москвы, что значительно повысило качество синоптических и кольцевых карт погоды и карт барической топографии. К концу 1950-х годов АМСГ получили возможность принимать аэросиноптический материал по факсимильным каналам связи. К этому времени относится зарождение системы прямых авиационных связей (СПАС) для приема и передачи фактической погоды и прогнозов погоды аэропортов. Первым в СПАС был канал Внуково—Курск.

В связи с возрастанием роли ЦАМСГ в вопросах оперативного обеспечения авиации и научно-методических разработок в 1959 г. она была реорганизована в Московский главный авиаметеорологический центр (МГАМЦ) „Внуково“. В 1980 г. МГАМЦ был переименован в Главный авиаметеорологический центр (ГАМЦ).

Для метеорологического обеспечения полетов реактивных и турбовинтовых самолетов требовались знание условий и составление прогнозов метеорологических величин и явлений в слое 9—11 км. Для решения этой задачи Гидрометслужбой были организованы комплексные исследования с участием ведущих научно-исследовательских учреждений и специалистов.

В 1959—1960 гг. ЦИП, ЦАО, ГГО, Среднеазиатский, Казахский, Тбилисский и Дальневосточный научно-исследовательские гидрометеорологические институты и ряд других учреждений Гидрометслужбы провели теоретические, экспериментальные и аэросиноптические исследования турбулентности и условий полетов в зонах мощной кучевой, кучево-дождевой и перистой облачности, а также в зонах тропопаузы и струйных течений. При этом были проведены экспериментальные экспедиционные исследования на специально оборудованных самолетах-лабораториях Государственного научно-исследовательского института Гражданской авиации (ГосНИИГА) Ту-104, Ил-18 и Ил-28. В этих исследованиях наряду с научными сотрудниками ЦИПа принимали участие ведущие ученые-метеорологи: В. А. Джорджио, М. А. Петросянц, Н. З. Пинус, Н. Н. Романов, С. М. Шмелер и др.

К изучению метеоусловий полетов в районах аэропортов стали привлекаться авиаметеорологические центры (АМЦ), осо-

бенно ГАМЦ „Внуково”, а также зональные АМЦ (ЗАМЦ) и АМСГ.

В 1959—1965 гг. в ЦАО под руководством С. М. Шметера были выполнены исследования на самолете-лаборатории Ту-104Б структуры поля ветра и турбулентных пульсаций потока в зоне мощной конвективной облачности. Эти исследования позволили в значительной степени уточнить данные о расположении опасных для полетов турбулентных зон около различных частей кучево-дождевых облаков и тем самым подготовить рекомендации к проведению полетов в околооблачном пространстве в условиях развития мощной атмосферной конвекции.

Широкое использование легкомоторных самолетов и вертолетов на местных воздушных линиях выдвинуло задачу изучения метеорологических условий полетов на малых высотах, особенно над горной местностью. В 1961—1963 гг. в ГосНИИГА, ГГО, ЦАО и ЦИПе были проведены экспериментальные исследования турбулентности на горных трассах Крыма и Кавказа. Результаты этих исследований были обобщены в работах П. А. Воронцова, А. А. Васильева, Н. К. Винниченко, С. М. Шелковникова и др.

Практические результаты выполненных в эти годы исследований по авиационным прогнозам были включены в ряд методических пособий и вошли во второе издание „Руководства по краткосрочным прогнозам погоды” (ч. I — 1964 г., ч. II — 1965 г.).

Расширение парка воздушных судов и увеличение дальности их полетов привели к принципиальным изменениям в методах метеорологического обеспечения авиации, к дальнейшей его централизации, а также к оснащению метеоподразделений новой электронной и радиолокационной аппаратурой, современными средствами связи. В 1961 г. в практику метеорологического обеспечения полетов были внедрены авиационные прогностические карты особых явлений погоды и поверхностей 300 и 400 гПа. В сочетании с введенным Центральным институтом прогнозов факсимильным способом передачи карт погоды новый вид метеорологического обеспечения полетов оказался весьма эффективным.

Прогностические карты для авиации составлялись МГАМЦ „Внуково” 4 раза в сутки на основе прогностических карт Гидрометцентра России и передавались Главным радиометцентром (ГРМЦ) для территории европейской части страны и Западной

Сибири. В 1965 г. МГАМЦ начал составлять прогностические карты для обеспечения полетов на местных воздушных линиях. Быстрыми темпами развивалась СПАС. Так, в 1960 г. были организованы телеграфные каналы авиационного обмена МГАМЦ „Внуково” с Ленинградом, Борисполем, Горьким, Ростовом, Львовом и др.

Совершенствовалась организация метеорологических наблюдений, которые постепенно были перенесены на старты и на подходы к взлетно-посадочным полосам. Наблюдения за основными „авиационными” элементами погоды стали почти полностью инструментальными. Высота облаков стала измеряться прибором „Облако”, видимость — РДВ-1 „Фиорд”. Наблюдения за ветром также стали производиться по новым приборам: М-47, М-49, М-63.

На некоторых аэродромах устанавливались специальные метеорологические радиолокаторы (МРЛ), весьма эффективно используемые для обнаружения кучево-дождевой облачности, очагов ливней и гроз, измерения верхней границы облаков и других параметров. Данные МРЛ стали применяться при метеорологическом обслуживании экипажей воздушных судов, органов управления воздушным движением, для составления прогнозов погоды.

Период с 1965 по 1975 г. характеризуется как расширением научных и экспериментальных исследований по авиационной метеорологии, так и широкой кооперацией учреждений Гидрометслужбы с учреждениями других ведомств (ГосНИИГА, Академией гражданской авиации, Ленинградским гидрометеорологическим институтом и др.). Большой вклад в развитие различных направлений авиационной метеорологии в это время внесли И. Г. Пчелко, Н. В. Петренко, А. М. Баранов, С. В. Солонин, Н. З. Пинус, С. М. Шметер, И. М. Имянитов, Е. Г. Ломоносов, П. Д. Астапенко, И. Г. Гутерман и многие другие ученые и специалисты. О широте диапазона научных исследований и сотрудничестве в их проведении в этот период свидетельствует организация ряда ведомственных и межведомственных научных конференций. В связи с созданием сверхзвукового пассажирского самолета Ту-144 в 1971 г. в Ленинграде была проведена Всесоюзная научная конференция по вопросам метеорологического обеспечения сверхзвуковой авиации. Академик А. Н. Туполев в

обращении к участникам конференции подчеркнул важность надежного прогнозирования метеорологических условий в интересах авиации. Кроме ученых-метеорологов, с докладами на конференции выступили Герои Советского Союза летчик-космонавт Е. В. Хрунов и заслуженный летчик-испытатель Э. В. Елян, впервые в мире совершивший полет на сверхзвуковом пассажирском самолете Ту-144.

В этот же период осуществляется подготовка и издание авиационных климатических справочников и атласов, разработка методов сбора, обработки и обобщения метеорологических наблюдений на аэродромах и составление климатических характеристик аэропортов. Большой вклад в эти работы внесли И. Г. Гутерман, З. М. Маховер, Г. Я. Наровлянский.

Появление в Росгидромете электронных вычислительных машин и оперативное поступление информации с метеорологических спутников Земли позволили провести исследования по обеспечению авиации новыми прогнозами. Стали более широко использоваться методы математической статистики. При этом исследования проводились по двум основным направлениям: разработка методов прогнозов метеорологических величин и явлений погоды по аэродрому и разработка методов прогноза погоды по маршруту.

В ходе исследований по первому направлению были созданы и усовершенствованы методы прогноза высоты облаков 300 м и менее при квазистационарных синоптических условиях (К. Г. Абрамович, М. В. Рубинштейн), тумана и видимости (Н. В. Петренко, М. Я. Рацимор), ветра на высоте круга над аэродромом (Н. В. Петренко, В. Г. Глазунов), шквалов, гроз и града (Г. Д. Решетов).

Исследования метеорологических условий полетов по маршруту были направлены на создание объективных методов прогноза струйных течений, зон турбулентности при ясном небе и обледенения самолетов. В результате был разработан метод предвычисления высоты и скорости максимального ветра с помощью аналитических формул по численному прогнозу скорости ветра на двух стандартных изобарических поверхностях и геопотенциала этих поверхностей в узлах регулярной сетки (Н. В. Петренко). Для получения надежных данных о турбулентности Гидрометцентр СССР трижды организовывал массовый сбор сведений



о болтанке над территорией СССР от пилотов рейсовых самолетов. Первый сбор данных о турбулентности проводился в 1964—1965 гг. в глобальном масштабе в соответствии с рекомендациями Всемирной метеорологической организации (ВМО) и Международной организации гражданской авиации (ИКАО).

По результатам самолетных исследований структуры зон болтанки, выполненных под руководством ЦАО (С. М. Шмелер, Н. З. Пинус), и данным пилотов рейсовых самолетов было определено пространственное распределение вероятности турбулентности в верхней тропосфере, оценены критерии развития зон болтанки и другие характеристики. Это, в свою очередь, позволило перейти к разработке методов автоматизированного прогноза вероятности турбулентности в верхней тропосфере (А. А. Васильев, С. А. Бортников, Г. С. Булдовский, М. В. Рубинштейн, Н. П. Шакина, Т. В. Лешкевич).

Принципы использования информации с метеорологических спутников Земли для обнаружения зон низких слоистых облаков и тумана, определения положения оси струйного течения, а также для анализа зон турбулентности были изложены в специально подготовленном пособии для синоптиков метеорологических подразделений, обслуживающих авиацию. Материалы из этого пособия включены также в техническую записку ВМО по вопросу применения спутниковых данных в авиационной метеорологии.

Наряду с разработкой прогностических методик и рекомендаций в Гидрометцентре СССР был выполнен ряд интересных работ по различным проблемам авиационной метеорологии и другим проблемам, имеющим непосредственное к ней отношение. К ним следует отнести исследования метеорологических условий полетов по трассе Ташкент—Дели (Б. С. Чучкалов), условий полетов сверхзвуковых транспортных самолетов (И. Г. Пчелко, Н. В. Петренко, Г. С. Булдовский), метеорологических условий полетов над Антарктидой (А. А. Васильев), а также работы по изучению сдвигов ветра, опасных для взлета и посадки воздушных судов (В. Г. Глазунов, А. А. Васильев).

В 1970—1975 гг. под руководством З. М. Маховера во ВНИИГМИ—МЦД было подготовлено многотомное издание авиационно-климатического атласа, в которое вошли подробные климатические сведения для территории СССР о высоте облаков, ви-

димости и опасных для авиации явлениях погоды, ветре у поверхности Земли и на высотах, о тропопаузе.

Позднее были подготовлены справочники и атласы, содержащие подробные сведения по месяцам и за год о распределении облаков, видимости и опасных явлений погоды (туман, гроза, метель и т. п.) для всего земного шара. В процессе этой работы были собраны, обработаны на ЭВМ и обобщены данные климатических наблюдений более 800 зарубежных и 220 советских метеорологических станций и выявлены закономерности годового, сезонного, суточного хода метеорологических величин.

Для эффективного использования климатического материала в оперативной работе были подготовлены соответствующие рекомендации и изданы методические письма.

При выполнении на АМСГ исследовательских работ в области авиационной климатологии, при подготовке климатических описаний аэродромов или трасс полета специалисты оперативных подразделений получали в Гидрометцентре СССР необходимые консультации и методическую помощь.

С 1979 г. в работе оперативных подразделений, обслуживающих авиацию, стали использоваться комплексные карты опасных явлений погоды, которые составлялись с помощью ЭВМ и передавались потребителям (А. А. Васильев, Ю. К. Федоров). На карту для каждой ячейки с шагом 60 км наносились наиболее неблагоприятные характеристики погоды на основании анализа данных МРЛ, получаемых в коде РАДОБ, и синоптических данных, получаемых в коде СИНОП. В частности, была предусмотрена наноска опасных для авиации явлений в срок наблюдения, явлений, отмечаемых метеостанциями между сроками наблюдений, формы и высоты конвективных облаков, видимости менее 2 км, высоты нижней границы облаков, если она не превышает 200 м, ветра скоростью более 11 м/с. По данным МРЛ наносились характеристики радиоэха, изменение отражаемости и др. Использование комплексных карт в оперативной работе показало, что они особенно полезны при составлении предупреждений о времени начала и интенсивности опасного явления. Кроме того, карты дают возможность получать более полную информацию и о зонах активной конвекции и других опасных для авиации явлениях погоды.

Важным этапом оперативного метеорологического обеспечения авиации было создание в 1982 г. в соответствии с обязательствами СССР Регионального центра зональных прогнозов (РЦЗП) Международной организации гражданской авиации. Функции этого центра стала выполнять вновь организованная лаборатория в отделе авиационной метеорологии Гидрометцентра СССР. Большую работу по организации лаборатории, освоению оперативного выпуска прогнозов условий полетов воздушных судов в верхней тропосфере проделал ее первый заведующий С. Ф. Чуприн. В 1986 г. лабораторию возглавил А. А. Ляхов.

На первом этапе РЦЗП выпускал прогностические карты особых явлений погоды (зон турбулентности при ясном небе (ТЯН), струйных течений (СТ), активной конвекции, высоты и температуры тропопаузы) для слоя 400—150 гПа и карты ветра и температуры на изобарических поверхностях 300 и 200 гПа. Прогнозы выпускались на сроки 0, 6, 12 и 18 ч среднего гринвичского времени (СГВ) и давались с заблаговременностью 24 и 30 ч по исходным срокам наблюдений 0 и 12 ч СГВ. Карты составлялись в масштабе 1:30 млн. км и охватывали территорию России, Европы, Северной Африки, Ближнего, Среднего, Дальнего Востока и ряда стран Юго-Восточной Азии.

Указанная прогностическая продукция распространялась по проводным и радиофаксимильным каналам связи в авиаметеорологические центры России, а также в страны, входящие в сферу ответственности РЦЗП, и другие региональные центры зональных прогнозов ИКАО.

В 1986 г. в оперативную практику Гидрометцентра была внедрена 10-уровневая неадиабатическая модель прогноза (автор Л. В. Беркович). Появление этой модели позволило перейти к автоматизированному выпуску прогноза ветра и температуры, увеличить число уровней прогноза этих величин до трех (300, 250 и 200 гПа) и внедрить применение критериев ИКАО к оценке точности прогноза.

В 1985 г. впервые вышло в свет „Руководство по прогнозированию метеорологических условий для авиации“, подготовленное специалистами Гидрометцентра СССР. В нем были обобщены не только методики прогноза наиболее важных для авиации метеорологических величин и явлений погоды, но и результаты исследований, касающиеся физических условий их развития.

В то же время большое внимание при проведении научных исследований стало уделяться разработке автоматизированных методов прогноза важных для авиации метеорологических величин и явлений погоды. Первым был разработан метод автоматизированного прогноза турбулентности. В 1986—1987 гг. был разработан и внедрен в практику метод автоматизированного расчета карт струйных течений (А. Р. Иванова, Н. П. Шакина). Одновременно была разработана методика расчета высоты и температуры тропопаузы (В. В. Борисова, Н. П. Шакина).

Имеет свою историю и проблема автоматизированного прогноза конвекции на основе выходных данных численных моделей. Первые варианты таких разработок, ориентированные на региональную модель Гидрометцентра СССР, были выполнены в 1976—1978 гг. А. А. Ляховым и Н. П. Шакиной. Они не нашли применения по ряду технических причин, в частности, из-за того, что область прогноза была меньше зоны ответственности Регионального центра зональных прогнозов.

С появлением оперативной полусферной неадиабатической модели аналогичная разработка на ее основе была произведена в 1986—1987 гг. Е. Н. Скриптуновой и Н. П. Шакиной. Развивались и совершенствовались также синоптические и синоптико-статистические методы. Были разработаны методики прогноза гроз, града и шквалов с заблаговременностью от нескольких часов до нескольких суток (Г. Д. Решетов).

Под руководством М. В. Рубинштейна велись исследования по разработке автоматизированного метода прогноза высоты нижней границы облаков (НГО) в вероятностной форме на 1—3 ч для аэродромов Подмоскovie. На основе объективной оценки типа синоптического процесса Н. Н. Гусевой была разработана методика автоматизированного прогноза высоты НГО на 1—3 и 6 ч для аэродромов Подмоскovie в холодное полугодие. В методе используются данные метеорологических наблюдений на аэродромах, метеорологической мачте в Обнинске и данные метеорологических станций, расположенных в радиусе 300—400 км от Москвы.

В связи со снижением минимумов при посадке воздушных судов на категорированных аэродромах большую актуальность приобрела задача определения наклонной дальности видимости (или высоты визуального контакта). Значительный вклад в ре-

шение этой задачи внес М. Я. Рацимор, разработавший на основе экспериментальных данных метод расчета наклонной дальности видимости при сплошной слоистой облачности, адвективном или фронтальном тумане.

Осуществлялось усовершенствование методов прогноза обледенения воздушных судов на основе исследований связи характеристик обледенения с параметрами атмосферы и облачности (И. А. Горлач).

Продолжались работы по изучению сдвигов ветра, опасных для взлета и посадки воздушных судов (В. Г. Глазунов). Были разработаны методические основы обеспечения авиации диагностической информацией о сдвигах ветра. На их основе впервые начато оперативное метеообеспечение авиации данными об опасных сдвигах ветра. В дальнейшем были получены количественные характеристики спектральной структуры сдвигов ветра, изучены условия возникновения больших сдвигов ветра, а также условия возникновения больших сдвигов при наличии приземных инверсий, струй нижних уровней и выявлены связи для диагноза и прогноза сдвига ветра. На этой основе сформулированы методические рекомендации по оценке сдвигов ветра в нижнем слое атмосферы в районе аэродрома.

В 1987—1989 гг. по решению Госкомгидромета были приняты активные меры по автоматизации информационного обеспечения ГАМЦ „Внуково”. В разработке и осуществлении проекта принимали участие специалисты Главного вычислительного центра, Главного радиометеорологического центра, Гидрометцентра СССР, ЦАО, ГГО и Всесоюзного научно-исследовательского института гидрометеорологической информации — Мирового центра данных (ВНИИГМИ—МЦД).

На первом этапе комплекс технических средств метеообеспечения включал:

- автоматизированные станции КРАМС-2;
- терминалы банка авиационных метеорологических данных АСПД „Погода” и ЭВМ СМ-1420 (АРД ЦИКЛОН);
- средства телекоммуникационного доступа к авиаметеорологическим данным оперативной информационной системы ЭВМ ЕС-1055;
- видеотерминальные средства доступа к спутниковой информации;

— дистанционный регистратор информации АКСОПРИ „Крылатское” (Москва);

— информационно-прогностический блок на базе ПЭВМ.

В дальнейшем под руководством специалистов ГГО были разработаны комплексные автоматизированные системы метеорологического обеспечения авиации (КАС МЕТЕО), представляющие собой автоматизированные измерительно-информационные системы, предназначенные для получения, сбора, обработки, анализа и хранения метеорологической информации по району аэродрома, району (трассам) полетов, запасным аэродромам, а также для выдачи соответствующей информации в вычислительные комплексы АС управления воздушным движением, на рабочие места специалистов АМСГ, в пункты консультации летного состава и обмена с внешними абонентами.

В последние годы основные исследования по разработке методов авиационных прогнозов были сосредоточены в Гидрометцентре России. В связи с новыми требованиями ИКАО к климатическим материалам возникла необходимость переработки справочников климатических характеристик аэродромов. Для проведения этой работы были разработаны соответствующие методические указания (З. М. Маховер), которые широко используются сетью АМСГ Росгидромета при переработке справочников.

Сотрудниками Гидрометцентра и ВНИИГМИ—МЦД разработана новая методология создания банка данных ежечасных метеорологических наблюдений на аэродроме на основе дневников погоды. Используются возможности персональных компьютеров. В виде таблиц и графиков представляются климатические характеристики величин и явлений на аэродромах. На основе этих разработок были подготовлены базы данных ежечасных метеорологических наблюдений за 1986—1995 гг. и составлены климатические характеристики аэродромов Московской воздушной зоны, Минеральные Воды и Ставрополь. При этом были учтены пожелания синоптиков и климатические характеристики дополнены рядом таблиц, способствующих более надежному прогнозированию условий погоды в аэропорту. Получены данные о влиянии скорости и направления ветра, температуры воздуха и дефицита точки росы на повторяемость условий погоды различной степени сложности, горизонтальной видимости и высоты нижней границы облаков, туманов, метелей, гололеда.

Разработана методика учета повторяемости ветров, при которых разрешается взлет и посадка самолетов на различных взлетно-посадочных полосах аэропортов Московской воздушной зоны (Внуково, Домодедово, Шереметьево). В 1998—1999 гг. эти материалы использовались для планирования взлета и посадки самолетов, составления расписаний полетов.

Отдел авиационной метеорологии Гидрометцентра России осуществлял также методическое руководство ведущимися на сети Росгидромета исследованиями по авиационной климатологии. Подготовлены методические рекомендации по использованию персональных компьютеров при обработке и обобщении метеорологических наблюдений в аэропортах, по определению изменений климатических условий аэродромов. Специалисты оперативных подразделений получают в отделе необходимые консультации и методическую помощь.

Работы по авиационной метеорологии в 1990-е годы развивались преимущественно в направлении разработки и усовершенствования методов прогноза метеорологических условий полета по маршруту. Другое важное направление — прогноз условий взлета и посадки — в этот период не получило заметного развития по сравнению с 1980-ми годами. Причинами этого стали, с одной стороны, появившиеся возможности разработки компьютеризированных методов расчета и построения карт опасных для авиации явлений на базе выходной продукции численных прогностических моделей. С другой стороны, существующие информационные ресурсы развития методов прогноза условий взлета и посадки были в основном исчерпаны в 1980-х годах; сокращение наблюдательной сети, отсутствие специальных измерений, медленный прогресс в создании аэродромных измерительных средств привели к тому, что даже появление персональных компьютеров в крупных аэропортах не обеспечило существенных сдвигов в данном направлении.

Последней по времени крупной разработкой для целей расчета карты опасных для авиации явлений является метод объективного выделения фронтальных зон на основе объективного анализа или численного прогноза полей геопотенциала, температуры, влажности и ветра в нижней половине тропосферы. Задача объективного анализа фронтов является чрезвычайно сложной по целому ряду причин. Прежде всего, отсутствует количествен-

ное определение фронта. Разногласия по этому поводу между практиками и различными группами исследователей затрудняют формулировку и решение задачи. Кроме того, свойства наблюдаемых фронтов (вертикальная мощность, контраст температуры, глубина барической ложбины, поворот ветра и др.) широко варьируют в зависимости от барической ситуации, характера воздушных масс и других с трудом поддающихся формализации факторов. Все эти особенности задачи чрезвычайно затрудняют ее решение, и поэтому разработанный метод объективного выделения зон фронтов является первым успешным решением, значение которого выходит за рамки чисто авиационных приложений.

За разработку комплекса охарактеризованных выше расчетных методов метеорологического обеспечения авиации коллектив сотрудников Гидрометцентра России (Н. П. Шакина, Е. Н. Скриптунова, А. Р. Иванова, В. В. Борисова) и авторы полусферной численной модели, на выходных данных которой производились расчеты (Л. В. Беркович, С. Л. Белоусов, Ю. В. Ткачева), удостоены в 1997 г. премии им. В. А. Бугаева.

В результате этих исследований по существу решена проблема автоматизации расчета элементов карты особых явлений для авиации на верхних уровнях. В настоящее время ведутся работы по внедрению всего комплекса методов на суперкомпьютере CRAY.

Перспективы дальнейших исследований связаны с автоматизацией расчета элементов карты особых явлений на нижних уровнях. Наиболее сложными задачами здесь являются прогноз турбулентности в нижней тропосфере и прогноз зон возможного обледенения воздушных судов.

Из экспериментальных исследований, выполненных в последнее время, следует отметить изучение условий полетов в экваториальной зоне с помощью высотного самолета-лаборатории М-55 ЦАО на высотах 22—23 км (Г. Н. Шур, С. М. Шметер, Н. К. Винниченко и др.).



## СОЗДАНИЕ И РАЗВИТИЕ РОССИЙСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ФОНДА ДАННЫХ О СОСТОЯНИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Для геофизических исследований, в отличие от исследовательских работ других направлений, часто требуются сведения о физических свойствах и процессах на больших пространствах Земли (а во многих случаях и на всей Земле) за большие периоды времени. Например, для изучения климата Земли необходимы данные о процессах в атмосфере обоих полушарий за максимально возможный период, данные о Мировом океане, снежном и ледяном покрове, состоянии поверхности суши и т. д. Трудность этих исследований заключается в том, что в геофизике не всегда удается провести активный эксперимент, так как мы не можем по своему усмотрению менять те или иные процессы в окружающей среде. По этой причине основным методом геофизических исследований становится анализ накопленных данных.

В течение более чем двухсотлетней истории гидрометеорологических наблюдений (до 1957 г.) их документы находились в территориальных подразделениях государственных архивов и различных подразделениях учреждений Гидрометслужбы СССР. Однако при такой системе хранения документов наблюдений сбор необходимых комплектов данных, их обработка и анализ для обслуживания отраслей народного хозяйства страны становились сложнейшей и даже непосильной задачей как для отдельного исследователя, так и для научного коллектива.

И только в 1957 г. по предложению Гидрометслужбы Постановлением Совета Министров СССР № 1195 от 10 октября 1957 г. был организован фонд данных по гидрометеорологии и загрязнению природной среды.

Целью создания фонда была организация сбора, учета, хранения и использования документов наблюдений и исследований в области гидрометеорологии, проводимых на территории СССР государственной системой наблюдений Главного управления гидрометслужбы при Совете Министров СССР (далее — ГУГМС), всеми министерствами, ведомствами, организациями и предприятиями и имеющих научное, прикладное или историческое значение.

Созданная Гидрометслужбой сеть отделов фонда данных в территориальных управлениях по гидрометеорологии (далее — УГМС) позволила упорядочить систему хранения документов фонда.

После выхода в свет упомянутого постановления и приказа ГУГМС от 23 октября 1957 г. № 166 „Об образовании в республиканских и территориальных управлениях по гидрометеорологии отделов Гидрометфонда” эти отделы провели огромную работу по поиску гидрометеорологических документов в государственных архивах страны, в учреждениях и организациях министерств и ведомств и последующему комплектованию ими Гидрометфонда СССР, а также приступили к регулярному пополнению Гидрометфонда документами текущих наблюдений, работ и исследований.

В соответствии с „Положением о Государственном архивном фонде СССР” (изд. 1961 г.) Гидрометфонд СССР получил статус отраслевого государственного фонда СССР с правом постоянного хранения документов фонда в отрасли.

В 1978 г. произошло преобразование ГУГМС в Государственный комитет СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды (Госкомгидромет СССР) и Гидрометфонд СССР стал называться Государственным фондом данных о состоянии природной среды (далее — Госфонд).

После прекращения существования Союза ССР на основании „Соглашения о правопреемстве в отношении государственных архивов бывшего Союза ССР”, подписанного главами государств—участников Содружества Независимых Государств 6 июля 1992 г. в г. Москве, Госфонд перешел под юрисдикцию Российской Федерации.

С введением в действие 7 июля 1993 г. „Основ законодательства Российской Федерации об Архивном фонде Российской Федерации и архивах”, согласно статье 17, учреждения и организации Росгидромета утратили право постоянного хранения документов государственной части Архивного фонда Российской Федерации. На Госфонд стали распространяться предельные сроки ведомственного хранения документов, другие нормы и правила, которые были определены Постановлением Правительства Российской Федерации от 3 марта 1993 г. „О порядке ведо-

мственного хранения документов и организации их в делопроизводстве”.

В последующем Государственной архивной службой России, по обращению Росгидромета, была учтена специфика хранящихся в Госфонде документов, необходимых учреждениям и организациям Росгидромета для повседневной работы в целях обеспечения различных отраслей экономики, науки и общества информацией о состоянии окружающей природной среды, уточнения долгосрочных прогнозов погоды, научных исследований.

В связи с этим, а также в соответствии с пунктом 7 „Положения об Архивном фонде Российской Федерации”, утвержденного Указом Президента Российской Федерации № 552 от 17 марта 1994 г., 29 апреля этого же года заключено „Соглашение о взаимоотношениях и сотрудничестве между Государственной архивной службой России и Федеральной службой России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, осуществляющей хранение документов Архивного фонда Российской Федерации в отраслевом фонде: в организациях и учреждениях Федеральной службы”.

Согласно этому соглашению, Росгидромету предоставлено право хранения документов депозитарного Архивного фонда Российской Федерации, т. е. срок хранения документов в отраслевом фонде до передачи их на хранение в государственные архивы в настоящее время не ограничен.

Несколько раньше, в соответствии с „Положением об Архивном фонде Российской Федерации”, фонд стал называться Российским государственным фондом данных о состоянии окружающей природной среды.

В настоящее время депозитарное хранение документов Госфонда в системе Росгидромета осуществляется в 25 УГМС и 15 научно-исследовательских учреждениях (НИУ) Росгидромета.

### **Использование машиночитаемых носителей информации и компьютеризация Госфонда**

Впервые счетные машины были использованы Британской метеорологической службой в 1920 г. для обработки результатов судовых наблюдений. В СССР поиски путей решения новых за-

дач климатологии и преодоления связанных с этим трудностей по обработке данных привели в начале 1940-х годов к необходимости использования для обработки данных высокопроизводительных счетно-аналитических машин.

Еще в 1930-е годы М. А. Омшанский разработал и обосновал проект специализированного научно-исследовательского учреждения, оснащенного обширным парком счетных машин для обработки метеорологических данных и создания методов физико-статистического прогноза погоды. Впоследствии этот проект был поддержан академиком Е. К. Федоровым.

Первые опытные разработки того времени дали положительный результат, и с помощью машин были получены многолетние синоптико-климатологические данные. В 1941 г. по докладу о результатах этой работы Научно-технический совет ГУГМС принял решение об организации специального учреждения, занимающегося вопросами механизации обработки гидрометеорологических данных. В результате в 1942 г. при Центральном институте прогнозов был создан отдел механизации, на базе которого в 1943 г. был организован Центральный научно-исследовательский гидрометеорологический архив (ЦНИГМА). Сотрудники ЦНИГМА разработали проекты первых перфокартотек метеорологических архивов. Для этого были составлены макеты перфокарт и макеты таблиц для перфорирования, инструкции по заполнению таблиц, перфорации, хранению перфокартотеки и т. д. Одновременно вырабатывались приемы сортировки, выборки и климатологической обработки данных.

Большая заслуга по внедрению счетно-аналитических машин в системе Гидрометслужбы принадлежит М. А. Омшанскому и В. Н. Соколову, под руководством которых и начал работу ЦНИГМА.

В 1950—1960-е годы создаваемые архивы носили в большей степени характер инфраструктуры для исследований климата и создания методов прогнозов погоды. Но лавинообразный рост объемов информации и стремительное развитие средств вычислительной техники поставили Гидрометслужбу перед необходимостью выделить проблему развития фонда гидрометеорологических данных, в рамках которой надо было решать задачи надежного долговременного хранения, защиты данных, их регенерации, каталогизации, быстрого и удобного доступа с целью массо-

вой обработки на ЭВМ и обслуживания науки и различных отраслей экономики и обороны страны.

В 1955 г. ЦНИГМА был преобразован в Научно-исследовательский институт аэроклиматологии (НИИАК), а производственные работы по созданию перфокартотек и массовым вычислениям были переданы машиносчетным фабрикам (МСФ). Это дало новый импульс созданию метеорологических архивов на технических носителях и стало основой бурного развития научных исследований в области прикладной климатологии. Большой вклад в эти исследования внесли такие известные ученые, как И. В. Ханевская, С. А. Сапожникова, И. Г. Гутерман, А. С. Каганский и многие другие сотрудники НИИАКа.

Выполненные в то время работы послужили основанием для создания стандартных макетов перфокарт и гидрометеорологических перфокартотек. К середине 1970-х годов Московской и Новосибирской МСФ было создано более 600 млн. перфокарт, которые все это время весьма активно использовались для климатологических исследований.

В 1960-е годы научные и методические работы по созданию фонда данных на технических носителях и массовой обработке гидрометеорологической информации получили новое развитие в г. Обнинске, где на базе отделения Гидрометцентра СССР началось строительство нового научно-исследовательского института, впоследствии получившего название Всесоюзного научно-исследовательского института гидрометеорологической информации — Мирового центра данных (ВНИИГМИ—МЦД). 6 августа 1971 г. академиком Евгением Константиновичем Федоровым, начальником ГУГМС, был подписан приказ о создании ВНИИГМИ—МЦД.

Решающий вклад в организацию и строительство ВНИИГМИ—МЦД внесли его руководители: первый директор института Н. К. Ключкин и Н. Н. Аксарин, который фактически завершил строительство института и формирование его основных научных направлений. Дальнейшее развитие ВНИИГМИ—МЦД осуществлялось под руководством В. И. Смирнова и Р. Г. Рейтенбаха. В настоящее время директором института является М. З. Шаймарданов.

С первых дней создания института начались работы по обеспечению долговременного хранения гидрометеорологической ин-

формации. Это было обусловлено тем, что существующий тогда носитель (перфокарты) не отвечал требованиям надежного хранения информации в исторической перспективе.

В 1979 г. ГУГМС была определена стратегия перевода данных Госфонда на машинные носители информации, главная роль в которой отводилась ВНИИГМИ—МЦД.

С точки зрения проблемы длительного хранения информации применительно к задачам Гидрометслужбы технические носители информации можно разделить на два класса:

— класс 1 — компактные технические носители для постоянного хранения, выдерживающие многократное обращение и не требующие частого возобновления;

— класс 2 — компактные технические носители, требующие сравнительно частого возобновления, „омоложения” вследствие нестойкости к хранению или многократному обращению.

К носителям класса 1, используемым в 1960-е годы, следует отнести микрофильмы перфокарт, изготавливаемые с помощью устройств FOSDIC-I и FOSDIC-II (США). Однако ни в одной из других служб этот вид носителя не нашел применения, так как оптико-механическая система высокоскоростного фотографирования перфокарт оказалась сложна и подобные устройства не имели перспектив. Поэтому в США была разработана система долговременного запоминающего устройства (ДЗУ) большой емкости на дисках или тонких пленках, и на эти устройства стали ориентироваться метеорологические службы других стран, использующие в работе ЭВМ типа IBM.

В Гидрометслужбе России ученые ВНИИГМИ—МЦД в содружестве с учеными других институтов Службы в эти годы разработали комплекс устройств для записи дискретных данных на кинопленку — микрофильм с бинарным кодом, полученный не фотографированием перфокарт, как это было принято в США (система FOSDIC), а путем „запоминания” на фоточувствительном слое импульсов, выдаваемых ЭВМ в соответствии с содержанием информации и программой ее вывода. Предполагалось, что внедрение этой системы записи информации на компактный долговременный носитель — кинопленку — даст не только прямой экономический эффект, но и позволит изменить всю технологию подготовки и хранения данных. Созданное устройство — высокоплотный микрофильм — было по техническим характери-

кам (плотности записи, скорости записи—чтения, надежности хранения) на порядок выше существующих устройств и получило высокую оценку специалистов.

Однако достаточно сложные конструктивно-технические решения, с одной стороны, и быстрый технический прогресс в области накопителей на магнитных лентах (МЛ), с другой стороны, сделали микрофильм неконкурентоспособным по отношению к „стандартной” МЛ в качестве архивного носителя. Этому факту объективно способствовала также интенсивная разработка силами сотрудников ВНИИГМИ—МЦД и ГГО теоретических и прикладных аспектов проблемы длительного хранения информации в технических системах.

Результатом совместных исследований и разработок стали системы архивного хранения информации на МЛ на базе оригинальных систем помехоустойчивого кодирования, реализованных исключительно программными средствами. Этими исследованиями в институте занимались А. Н. Ногтиков, Г. М. Тер-Арутюнов, Е. П. Рыжих, В. М. Чекрызов, Н. Н. Быданов.

Таким образом, исходя из технических возможностей, в качестве долговременного носителя в Службе как для хранения, так и для пересылки (обмена) данных был принят носитель класса 2 — МЛ.

Справедливости ради следует отметить, что пока нет носителя, способного хранить данные в течение длительного времени. Во многих службах для хранения данных использовалась МЛ, хотя оценка стойкости на ней информации невысока. Например, представители служб США и Норвегии считали, что использование МЛ в главных чертах решает (до внедрения дисков) проблему хранения и обмена данных (при условии хранения нескольких копий и перезаписи МЛ приблизительно 1 раз в 2—3 года). Такую же оценку свойству МЛ давали и другие метеорологические службы.

До 1975 г. шло постепенное накопление опыта. Данные заносились на МЛ для ЭВМ „Минск-22”, „Минск-32”, „М-222” и бинарные микрофильмы. Были сделаны первые шаги в стандартизации форматов данных. Для простых табличных данных разрабатывались формальные методы описания структуры и программное обеспечение, использующее такие описания. Для более сложных данных определились способы и стиль неформального

описания структуры. Были выпущены сборники описания форматов метеорологических и гидрологических данных на бинарных микрофильмах.

Новый этап развития информационных технологий ведения Госфонда и обслуживания потребителей начался в 1975—1976 гг. с вводом в эксплуатацию ЭВМ серии ЕС. Именно в те годы было принято принципиальное решение о централизованном хранении данных Госфонда по всем видам информации о состоянии природной среды на едином техническом носителе — МЛ.

В связи с перезаписью данных на МЛ встал вопрос об организации (структуре) данных Госфонда на этих носителях. Поскольку в работах по созданию архивов Госфонда стали участвовать многие подразделения не только ВНИИГМИ—МЦД, но и других НИУ и региональных вычислительных центров Гидрометслужбы (далее — РВЦ), необходимо было обеспечить унификацию структуры данных Госфонда. Без этого совокупность данных Госфонда на МЛ нельзя было рассматривать как единую автоматизированную базу данных и развивать современные системы обработки данных.

Проблема унификации структуры данных Госфонда была решена в 1977 г., когда во ВНИИГМИ—МЦД под руководством В. М. Веселова и при его непосредственном участии был разработан язык описания гидрометеорологических данных (далее — ЯОД).

В ЯОД были соединены общие представления о структуре гидрометеорологической информации, накопленный во ВНИИГМИ—МЦД опыт организации данных и современные способы формального языкового описания их структуры.

ЯОД поставил процесс конструирования форматов в определенные, достаточно гибкие рамки и обеспечил структурное единство базы данных Госфонда. В 1978 г. он был принят Центральной комиссией по приборам и методам Гидрометслужбы (далее — ЦКПМ) как отраслевой стандарт, и начиная с этого момента все данные Госфонда накапливаются в форматах ЯОД.

Использование ЯОД как средства точного и формального описания структуры данных Госфонда позволило приступить к разработке общего программного обеспечения для обработки данных в форматах ЯОД — Системы управления данными автоматизи-



зированной информационной системы обработки режимной информации (СУД АИСОРИ), применимой к любым ЯОД-файлам и реализующей наиболее общие функции обработки данных.

Разработка первой редакции АИСОРИ была выполнена в 1978—1980 гг. В 1981—1985 гг. эта система активно развивалась. Она была ориентирована на эффективную обработку массивов данных большого объема, обеспечивала доступ прикладных программ к любым ЯОД-файлам в режимах чтения, записи и обновления, поиск данных по условиям, преобразование форматов элементов данных. Система решала такие задачи общего характера, как формирование выборок данных по запросам, просмотр данных через экран дисплея и их корректировку, корректировку данных в пакетном режиме, распечатку данных в табличной форме, выполнение стандартных статистических расчетов, переупорядочивание данных и т. д.

### Режимно-справочные банки данных

В 1981 г. по решениям Коллегии Госкомгидромета от 17.04.80 г. и 29.04.80 г. были начаты работы по созданию системы режимно-справочных банков данных (РСБД) как уровня системы обслуживания потребителей, непосредственно примыкающего к Госфонду. Основные цели РСБД — создание базы режимных данных по всем видам информации на современных технических носителях и системы предоставления потребителям этих данных.

К работам были привлечены 15 НИУ со следующим распределением ответственности:

— ВНИИГМИ—МЦД — разработка принципов построения и общей структуры системы, структуры и функций типового РСБД, общих средств РСБД (общего методического, языкового и программного обеспечения), передача общих средств НИУ-соисполнителям, методическое руководство работами;

— НИУ, ответственные за виды гидрометеорологической информации, — формирование информационной базы по соответствующему виду, сдача архивов в Госфонд, разработка специализированного программного обеспечения по профилю банка, построение банка как организационно-технической системы на

базе общих средств, ввод в эксплуатацию, обслуживание потребителей.

В 1981—1985 гг. соответствующие работы были включены в план научно-исследовательских работ Госкомгидромета. Предусматривалось создание 30 банков данных.

В 1981 г. ВНИИГМИ—МЦД совместно с другими НИУ разработал Технический проект системы РСБД, в котором была определена структура системы, представлены основные проектные решения по информационному, программному, техническому и организационному обеспечению, эскизно проработаны функции, состав информационной базы и специализированного программного обеспечения для 20 основных РСБД.

Существенная особенность системы — использование во всех РСБД общего языкового и программного обеспечения, разработанного во ВНИИГМИ—МЦД, которое позволило в дальнейшем достичь информационной и программной совместимости банков между собой, с системами первичной обработки и Госфондом. С его помощью реализованы основные функции РСБД: выборка данных из информационной базы по запросам потребителей и выдача им массивов данных на МЛ, распечатка данных по запросам, выполнение стандартных расчетов. Общее программное обеспечение было внедрено во всех НИУ и распространялось через Отраслевой фонд алгоритмов и программ (ОФАП).

В 1982 г. Технический проект был одобрен решением Коллегии. В дальнейшем были разработаны необходимые методические материалы — „Положение о создании архивов на МЛ”, „Типовое положение об РСБД” и др.

К концу 1985 г. была сформирована информационная база РСБД по основным видам информации (метеорология, аэрология, гидрология — реки и каналы, океанография, синоптическая метеорология) в объемах, достаточных для ввода РСБД в опытную эксплуатацию.

В 1981—1985 гг. в большинстве НИУ были внедрены общие средства РСБД, разработаны специализированное программное обеспечение и методические документы по эксплуатации РСБД. К середине 1986 г. 19 РСБД были введены в опытную эксплуатацию.

В 1986—1990 гг. велись работы по расширению информационной базы, развитию специализированного программного обес-

печения. К 1992 г. общий объем информационной базы РСБД превысил 10 000 томов МЛ.

Уровень развития отдельных РСБД оказался различным. Банки данных ВНИИГМИ—МЦД по метеорологии, аэрологии, гидрологии (реки и каналы), океанографии и ряд банков других НИУ (например, по актинометрии в ГГО) были введены в промышленную эксплуатацию и широко используются для обслуживания внешних потребителей, при проведении НИР и подготовке режимно-справочных материалов. Например, все расчеты, проводившиеся во ВНИИГМИ—МЦД при подготовке „Научно-прикладного справочника по климату СССР”, были выполнены средствами РСБД „Приземная метеорология и климат”. Сформированы информационные базы в объемах, позволяющих использовать РСБД при проведении НИР и для обслуживания потребителей, в САНИГМИ, ИПГ, ГГО, ЦАО, ГОИНе.

Новый этап в развитии РСБД начался с 1991 г., после появления нового поколения компьютеров — персональных ЭВМ (ПЭВМ). С этого времени НИУ приступили к разработке РСБД на базе ПЭВМ по видам информации, подсистем первичной обработки, а также систем обслуживания для территориальных и областных центров. Чтобы обеспечить эффективное взаимодействие этих систем между собой, с действующими РСБД и Госфондом, необходимо было позаботиться об их информационной совместности. Снова стала актуальной разработка стандартных методов организации данных для ПЭВМ и соответствующих средств управления данными, совместимых с теми, которые использовались на ЭВМ ЕС.

Поэтому в 1991—1995 гг. для ПЭВМ были переработаны ЯОД и СУД АИСОРИ. Эти разработки позволяют:

- унифицировать способы организации данных в РСБД различного уровня, системах первичной обработки и других информационных технологиях обработки гидрометеорологических данных, разрабатываемых на базе ПЭВМ;

- осуществлять основные функции управления данными в процессе их обработки на ПЭВМ;

- выполнять некоторый набор стандартных операций по обработке данных на ПЭВМ;

- преобразовывать данные из ЯОД-форматов ЕС ЭВМ в форматы ПЭВМ и обратно при передаче данных между ЕС и ПЭВМ.

Основные идеи и разработки по созданию системы режимно-справочных банков данных принадлежат В. М. Веселову, Р. Г. Рейтенбаху и И. Р. Прибыльской.

В подразделениях института активно велись и в настоящее время продолжают работу по формированию информационных баз и специального математического обеспечения, позволяющего эффективно их использовать. В этом направлении плодотворно работали и работают специалисты различных подразделений ВНИИГМИ—МЦД: Л. Н. Аристова, Б. М. Аршинов, Е. Д. Вязилов, С. Д. Гатич, Л. Н. Жданова, Н. П. Ковалев, В. А. Лавров, Н. В. Мамонтов, Р. А. Мартуганов, Н. Н. Михайлов, В. В. Пуголовкин, В. А. Семенов, С. Г. Сивачок, А. М. Стерин, Н. Н. Стукалова, И. Г. Ульянич, Н. Н. Цымбалов, И. З. Шакирзянов и многие другие.

Следует отметить, что создание массивов данных на машинных носителях не было самостоятельной целью. Подавляющее большинство основных метеорологических архивов на перфокартах создавалось как часть прикладных исследований.

В частности, архивы основных 4-срочных метеорологических наблюдений за период с 1874 по 1965 г. подготавливались как информационная база для расчета на МСС таблиц „Справочника по климату СССР”, работа над изданием которого проводилась с 1961 по 1968 г.

Этот справочник может служить образцом систематичности в климатологическом описании СССР. Когда знакомишься с огромным количеством использованных рабочих и методических материалов, чувствуешь гордость за метеорологов того времени. Достаточно сказать, что подготовке перфокартотеки предшествовала перепись данных наблюдений с разнородных таблиц, составленных на территории СССР (России) за период с 1874 по 1965 г. При этом производилась перекодировка данных по единой методике и запись их в формате действующих в 1960-е годы таблиц ТМ-1.

Данные основных метеорологических архивов 8-срочных наблюдений использовались при расчете во ВНИИГМИ—МЦД на ЭВМ таблиц для „Научно-прикладного справочника по климату СССР”. Расчеты по метеорологическим архивам суточного разрешения за период 1874—1976 гг. проводились в Западно-Сибирском РВЦ.

Над подготовкой к изданию „Научно-прикладного справочника по климату СССР” трудился большой коллектив специалистов в управлениях и научно-исследовательских институтах Госкомгидромета. Общее научно-организационное руководство осуществлялось редакционной коллегией Госкомгидромета под председательством д-ра физ.-мат. наук, проф. Е. Г. Борисенкова. Справочник издавался в 1985—1993 гг.

На о снове использования массивов данных Госфонда были подготовлены уникальные справочные издания по климату СССР, такие как серия справочных пособий „Данные об изменчивости метеорологического режима на территории СССР” и многие другие.

Большое распространение получили справочные монографии, посвященные описанию климатических условий различных регионов и городов СССР. Подготовлены и изданы более 100 книг из серии „Климат города”, ориентированных на широкий круг читателей. В этой серии имеются книги по климату практически всех областных центров СССР.

При подготовке стандартов СССР и СЭВ в части, содержащей климатические данные или обоснование, проводились массовые расчеты с использованием метеорологических архивов. Примером могут служить расчеты обеспеченности значений температуры воздуха ниже  $-45^{\circ}\text{C}$  для различных регионов СССР (СНИП, раздел „Хладоломкость конструкционных сталей”).

С момента организации НИИАКа (1955 г.) был опубликован ряд фундаментальных аэроклиматических атласов и аэроклиматических справочников для территории СССР и зарубежных стран северного полушария. При подготовке всех этих материалов использовались данные Госфонда.

Первый „Аэроклиматический справочник СССР” был издан в 1957—1959 гг. Он состоял из 10 выпусков. В каждом выпуске были помещены аэроклиматические характеристики всех пунктов соответствующего района СССР за весь период их работы по 1952 г. включительно, за период наблюдений не менее 10 лет.

К середине 1970-х годов стало ясно, что содержание существующих справочников уже не соответствует возросшему уровню науки и новым запросам потребителей. Имеющаяся материальная база (фонд данных, вычислительная техника), выполненные к этому времени исследования по аэроклиматологии, в частности по методам статистического обобщения информации по свобод-

ной атмосфере, позволили создать новый аэроклиматический справочник свободной атмосферы над СССР с гораздо более точными и детальными характеристиками. Программа создания справочника была обсуждена и утверждена в 1974 г. в Ташкенте на Всесоюзном совещании по автоматической обработке гидрометеорологической информации. План и программа нового „Аэроклиматического справочника свободной атмосферы и пограничного слоя” были также рассмотрены рабочей группой по климатологии и утверждены к исполнению конференцией директоров гидрометеорологических/метеорологических станций социалистических стран. По программе аэроклиматических справочников во ВНИИГМИ—МЦД были подготовлены и опубликованы многие режимно-справочные издания под редакцией профессоров И. Г. Гутермана, И. В. Ханевской и других ученых.

### Структура Госфонда

Сегодняшний Госфонд — это совокупность документов с информацией о состоянии окружающей природной среды за весь период наблюдений (начиная с 1734 г.), подлежащих государственному учету и долговременному хранению. Документы в Госфонде представлены в различных формах и на разных носителях (таблицы, книжки и журналы наблюдений, карты, ленты самописцев, каталоги, научно-технические отчеты, режимно-справочные издания, микрофото пленки, МЛ и др.).

Госфонд является частью единой географически распределенной, программно, технически и методически обеспеченной системы, осуществляющей сбор, обработку данных о состоянии природной среды и предоставление потребителям этой информации. Организации и учреждения, в которых хранятся его документы, работают по единой методике.

Структура Госфонда, установленная ответственность учреждений за виды информации и производство работ предусматривают обязательное доведение результатов наблюдений до уровня документов Госфонда. Сложившаяся структура Госфонда представлена на рис. 1.

В настоящее время документы Госфонда хранятся в Центре гидрометеорологических данных ВНИИГМИ—МЦД в г. Обнин-



Рис. 1. Структура Государственного фонда данных о состоянии окружающей природной среды.

ске Калужской области (ему же поручены контроль и методическое руководство работой с документами фонда) и в 40 УГМС и НИУ Росгидромета.

Ведение фонда данных по гидрометеорологии и загрязнению природной среды — это комплекс взаимосвязанных работ по комплектованию, учету, хранению и использованию документов фонда, образующихся в результате функционирования наземной и космической подсистем, выполнения экспедиционных и научных исследований.

**Комплектование** фонда включает в себя сбор документов, их пополнение и размещение в хранилищах. Поступление данных для комплектования фонда обеспечивают государственная система наблюдений за состоянием природной среды Росгидромета, насчитывающая несколько тысяч пунктов наблюдений, организации, предприятия и учреждения различных форм собственности, не относящиеся к системе Росгидромета, но ведущие наблюдения за состоянием природной среды. В комплектовании участвуют данные, полученные в результате межгосударственного обмена и выполнения международных проектов, соглашений и программ.

Значительную часть гидрометеорологической информации на наблюдательной сети Росгидромета получают путем визуальных наблюдений, и для доведения результатов наблюдений до уровня документов Госфонда требуется их первичная обработка. Каждый вид информации имеет свою специфику, но общими для большинства видов являются операции по занесению данных на технический носитель, контроль и машинная обработка данных. Информация на МЛ для передачи в Госфонд формируется в соответствии с требованиями ЯОД.

Регулярный международный обмен данными в Росгидромете осуществляют ВНИИГМИ—МЦД, государственное учреждение „Главная геофизическая обсерватория им. А. И. Воейкова” (ГУ ГГО) и Арктический и антарктический научно-исследовательский институт (ААНИИ) по закрепленным за ними дисциплинам на основании регулярных двухсторонних и многосторонних соглашений, международных проектов и программ.

ВНИИГМИ—МЦД выполняет обмен океанографическими, метеорологическими, гидрологическими и гляциологическими



данными, информацией с ракет и спутников, данными о вращении Земли, цунами, уровнях морей и морских приливах.

ГУ ГГО обменивается данными актинометрических наблюдений и наблюдений за атмосферным электричеством.

ААНИИ осуществляет обмен информацией о морских льдах Мирового океана и замерзающих морей.

Зарубежные данные поступают в Госфонд в международных и национальных форматах.

Информация на машиночитаемых носителях пересылается в фонд с соответствующей сопроводительной документацией, которая включает в себя описания форматов и структуры массивов, справки о содержании, техническом состоянии носителей и т. д.

**Учет** — это операции по фиксированию количества информации по видам в учетных документах установленной формы в определенных единицах учета (единицах хранения). За единицу хранения на бумаге принимается документ в объеме годового, сезонного, месячного (в зависимости от конкретного документа) комплекта. За единицу хранения МЛ принимается один том. Учет документов осуществляется по видам носителей информации и видам наблюдений.

Все принятые на хранение документы фонда, вне зависимости от вида их носителя, вносятся в различного рода картотеки и автоматизированные каталоги.

**Хранение** включает в себя содержание фонда в специально оборудованных помещениях в условиях оптимального температурно-влажностного режима, контроль за состоянием документов, ведение реставрационно-восстановительных работ, рациональное размещение и удобное использование фонда.

Хранение данных Госфонда организовано в виде централизованного хранения на машиночитаемых носителях в Центре гидрометеорологических данных ВНИИГМИ—МЦД и децентрализованного хранения на других носителях (бумаге, фото пленке и т. д.) в УГМС и НИУ по закрепленным за ними территориям и категориям информации. Для повышения надежности информация на МЛ во ВНИИГМИ—МЦД хранится в двух экземплярах. В НИУ могут храниться страховые копии МЛ.

**Использование** документов фонда — это их применение в какой-либо форме для научных или хозяйственных целей.

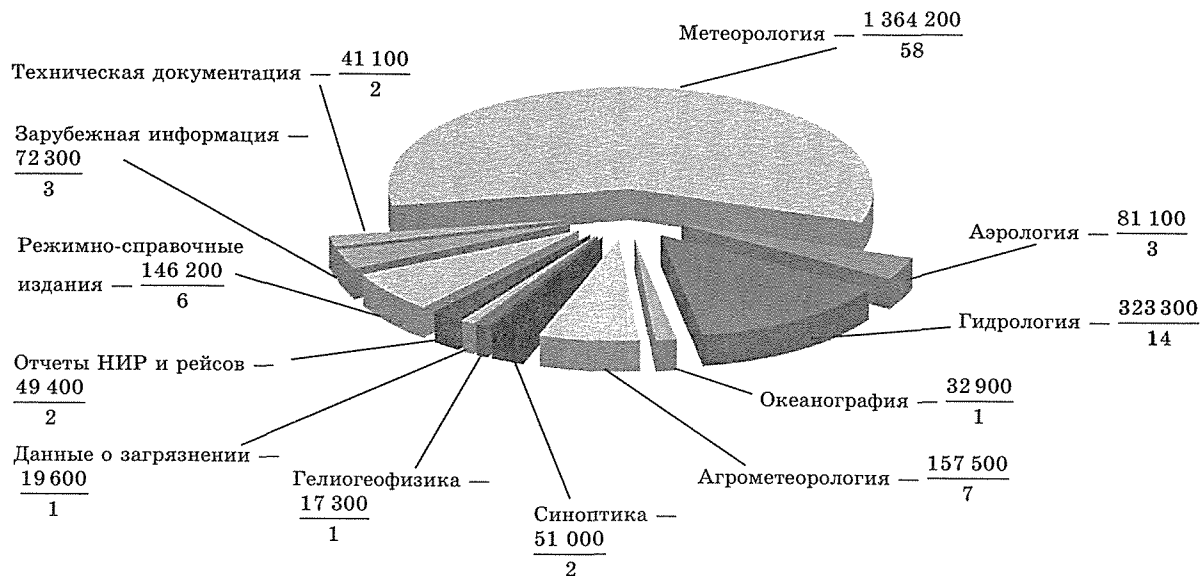


Рис. 2. Состав и объем (числитель — единицы хранения, знаменатель — %) данных Госфонда на бумажных носителях.

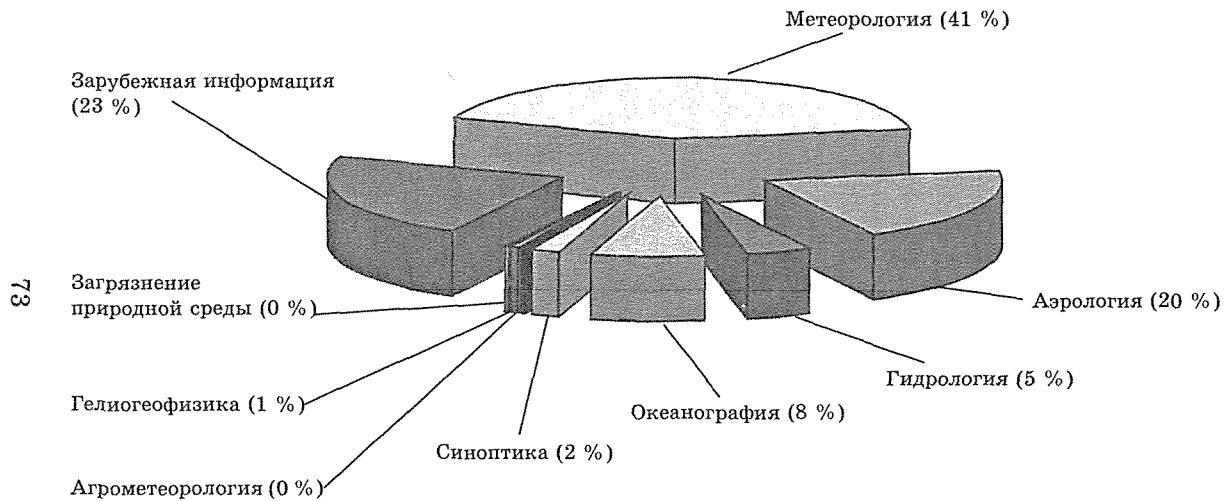


Рис. 3. Состав данных Госфонда по видам информации на магнитных лентах.

Документы фонда используются при выдаче справок о наличии данных, в выборках, расчетах, перезаписи данных с одних носителей на другие, при выдаче копий документов и т. д.

Предоставление документов фонда пользователям осуществляется в соответствии с законами РФ с учетом требований нормативных документов Росгидромета по использованию информации.

На 1 января 2003 г. в отраслевом фонде хранилось:

— более 2 млн. 290 тыс. единиц хранения документов на бумажном носителе информации за 1610—2002 гг., из них около 2 млн. 118 тыс. единиц постоянного срока хранения, относящихся к Архивному фонду Российской Федерации. Состав и объемы данных по видам информации на бумажных носителях приведены на рис. 2;

— около 903 тыс. единиц хранения фотодокументов, из них 629 тыс. единиц хранения на фото пленке и фотоотпечатках, 274 тыс. единиц хранения на микрофильмах;

— более 45 тыс. МЛ с информацией о состоянии природной среды за 1881—2002 гг. Состав данных по видам информации на магнитных лентах приведен на рис. 3.

В настоящее время занимаемая площадь хранения документов в отделах фонда данных УГМС и НИУ составляет около 9,7 тыс. м<sup>2</sup>.

Для обслуживания пользователей при отделах и группах фондов данных организованы читальные залы. Общая площадь читальных залов — 426,2 м<sup>2</sup>.

Обслуживают Госфонд около 160 человек.

Подводя итог, можно констатировать, что в результате деятельности большого коллектива ученых и специалистов Гидрометслужбы в Госфонде создан уникальный архив документов и данных о состоянии окружающей природной среды, который представляет огромную научную и практическую ценность.

## СОЗДАНИЕ СЕТИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ТЕЛЕСВЯЗИ

Система связи Росгидромета предназначена для:

а) сбора данных гидрометеорологических наблюдений с наблюдательной сети (гидрометеорологических станций, постов и других средств измерений гидрометеорологических величин) на территории Российской Федерации и акваториях прилегающих морей и океанов в центры обработки данных (ЦОД);

б) обмена глобальными данными наблюдений с зарубежными метеорологическими центрами;

в) распространения обработанной гидрометеорологической информации (в виде справок, прогнозов и др.) из ЦОД в оперативно-прогностические органы, осуществляющие гидрометеорологическое обслуживание хозяйства и обороны страны;

г) обмена обработанной информацией с зарубежными ЦОД.

Основные виды гидрометеорологической информации, передаваемой по сети связи: буквенно-цифровые сообщения, содержащие закодированную информацию, и графическая информация (карты, таблицы, диаграммы).

В 1940—1950-е годы сбор данных наблюдений на территории СССР производился по телеграфной сети общего пользования Минсвязи, а из труднодоступных районов — по радиосвязи Гидрометслужбы (кодом Морзе со слуховой скоростью). Данные наблюдений из центров сбора распространялись путем циркулярных передач по радио кодом Морзе через коротковолновые (КВ) радиопередатчики мощностью 1—20 кВт, арендуемые у Минсвязи. Прием данных с зарубежных территорий осуществлялся также по радио кодом Морзе из зарубежных радиометеорологических центров (РМЦ).

В конце 1950-х годов во всем мире для обмена и распространения гидрометеорологической информации как внутри национальных служб, так и в международном масштабе начали использоваться циркулярная радиотелетайпная передача (РТП) и телетайпная связь по выделенным телеграфным каналам. Эта связь работала на стартстопных телеграфных аппаратах (50 бод, МТК-2). В Гидрометслужбе СССР в эти годы также получили широкое развитие РТП и телетайпная связь между основными цен-

трами сбора и обработки данных, а также с зарубежными метеорологическими центрами.

Телетайпная сеть Гидрометслужбы СССР состояла из одного главного, трех зональных центров связи (в Москве, Новосибирске, Хабаровске и Ташкенте) и 34 территориальных узлов связи при республиканских и межобластных управлениях Гидрометслужбы, соединенных арендованными (круглосуточно) каналами тонального телеграфирования (80—100 каналов). В качестве приемной аппаратуры использовались телетайпы Т-51 и Т-63 (производство ГДР). Основным способом передачи информации была циркулярная передача по каналам сети с заранее заготовленной перфолентой и электрическим транзитом или перфораторным переприятием в узлах связи сети.

Характерными примерами международных метеорологических сетей связи того времени являлись IMTNE (Международная метеорологическая сеть телесвязи в Европе), MOTNE (Метеорологическая оперативная сеть телесвязи в Европе для авиации), СОМС и СОАС (сети обмена общими и авиационными метеорологическими данными социалистических стран).

В те же годы в деятельности метеорологических служб во всем мире начали широко применяться факсимильные передачи метеорологических карт на специально разработанной факсимильной аппаратуре. Всемирной метеорологической организацией (ВМО) были стандартизированы основные параметры факсимильных аппаратов, позволяющие обеспечить совместную работу аппаратов, изготовляемых в различных странах. Быстрое распространение факсимильного способа передачи карт погоды во многих метеорологических службах оказалось возможным благодаря разработке и организации промышленного производства факсимильных аппаратов с открытым способом записи, специально предназначенных для метеорологических целей.

Так, американская фирма „Таймс”, английская фирма „Мюрхед” и немецкая фирма „Хелл” (ФРГ) начали широко производить факсимильную аппаратуру для метеорологических служб. Наибольшее распространение во многих странах получили факсимильные аппараты типа „Муфакс” фирмы „Мюрхед” (Англия) с записью черным или темно-коричневым цветом на электрохимической бумаге с белой подложкой.

В СССР первые циркулярные факсимильные передачи карт погоды из Москвы по радио на коротких волнах были организованы ГУГМС в 1955 г. Для этих целей применялись факсимильные аппараты „Муфакс“, закупленные в Англии. В 1955 г. по заказу Гидрометслужбы предприятиями Министерства промышленности средств связи была разработана отечественная факсимильная аппаратура для передачи карт погоды типа ФТА-К, производить которую начали с 1956 г. Эта аппаратура по разрешающей способности не только не уступала лучшим образцам иностранных фирм, но и превосходила их. В дальнейшем была проведена серьезная модернизация аппаратуры ФТА-К.

В 1958 г. была закончена разработка и начато серийное производство нового факсимильного аппарата для приема карт погоды ФАК-П („Ладога“), а в 1964 г. — передающего факсимильного аппарата ФАК-Д („Ладога-Д“) с плоскостной разверткой.

Факсимильная аппаратура тех лет была построена по ламповой технологии с использованием электромеханических коммутационных устройств.

В середине 1960-х годов специалисты стали разрабатывать, а в начале 1970-х годов приступили к серийному производству и внедрению на объектах Гидрометслужбы нового поколения факсимильных аппаратов ФТАК-2П и ФТАК-Д („Иней“), построенных преимущественно по транзисторным технологиям и обладающих новыми возможностями, в частности автоматическим дистанционным управлением приемных аппаратов передающими.

В середине 1980-х годов началась разработка, а с 1988 по 1990 г. — серийное производство и внедрение нового поколения факсимильных аппаратов „Фиалка-П“ и „Фиалка-Д“, построенных по интегральным транзисторным технологиям с использованием электронных развертывающих устройств. Эти аппараты до сих пор применяются в некоторых подразделениях Гидрометслужбы.

В 1960-х годах в метеорологических службах для прогнозирования погоды начинают применяться численные методы прогнозов на базе ЭВМ. К 1970-м годам в метеорологических службах многих стран ЭВМ становится основным средством обработки данных наблюдений, расчета прогнозов атмосферных явлений и подготовки прогностических и диагностических карт.

Это потребовало коренного изменения системы связи для метеорологии как внутри страны, так и для международного обмена, в том числе:

- значительного увеличения пропускной способности сети;
- формализации сообщений путем введения стандартных форматов;
- обеспечения высокой достоверности передачи данных;
- перехода циркулярных передач к автоматическому селективному распределению сообщений по сети;
- автоматизированного контроля прохождения информации в центрах связи;
- сопряжения сети связи в режиме „on line” с вычислительными метеорологическими центрами.

Наряду с ЭВМ в этот период начали использоваться метеорологические спутники для получения глобальной гидрометеорологической информации об атмосферных процессах.

Все это привело мировое метеорологическое сообщество к идее создания Всемирной службы погоды (ВСП). Концепция и основные черты ВСП были разработаны В. А. Бугаевым (СССР) и Г. Векслером (США). Первый план ВСП на 1967—1970 гг. был утвержден на V Всемирном метеорологическом конгрессе (Женева, 1967 г.). Всемирная служба погоды является интегрированной мировой оперативной системой метеорологической деятельности различных государств по всей территории земного шара и состоит из:

- Глобальной системы наблюдений (ГСН);
- Глобальной системы обработки данных (ГСОД);
- Глобальной системы телесвязи (ГСТ).

В ВМО были разработаны структура, организация, процедуры и технические характеристики каждой из указанных систем, изложенные в соответствующих руководствах и наставлениях.

### **Глобальная система телесвязи ВМО**

Организационно ГСТ построена на 3-уровневой основе:

- национальные сети метеорологической телесвязи (НСМТ), состоящие из национальных центров телесвязи (НЦТ) с соответствующими национальными сетями связи для сбора и распрос-



транения информации. Национальные центры телесвязи соединены с соответствующими региональными узлами телесвязи (РУТ) или/и с центрами связи мировых метеорологических центров (ММЦ);

— региональные сети метеорологической телесвязи (РСМТ) в семи регионах ВМО (Африке, Азии, Южной Америке, Северной Америке, Австралии и Океании, Европе и Антарктиде), состоящие из РУТов, соединенных между собой, с ММЦ и НТЦ;

— главная сеть телесвязи (ГСЕТ), соединяющая ММЦ и назначенные РУТы.

При разработке в рамках ВМО основных принципов построения ГСТ было принято несколько положений:

— ГСТ должна основываться на сети связи с выделенными телефонными каналами связи круглосуточного действия, соответствующими рекомендациям МККТТ. Дополнением должны служить циркулярные радиопередачи. Кроме того, рекомендовано в необходимых случаях организовывать передачу данных по КВ радиоканалам со скоростью 1200 бит/с. Впервые такая радиолиния была создана между ММЦ Москва и РУТ Дели на отечественной аппаратуре, разработанной по заказу Гидрометслужбы (АТС—ОБП);

— передача данных по ГСТ должна производиться синхронно со скоростью 1200/2400 бит/с. В дальнейшем в ГСТ было рекомендовано использовать и более высокие скорости передачи данных: от 4800—28 800 бит/с на телефонных сетях до 64 кбит/с на цифровых цепях (в 1990-е годы). В качестве модемов разрешалось применять модемы, соответствующие рекомендациям МККТТ V.23, V.26, V.27, V.27бис, V.29, V.33, V.32бис, V.34;

— в ГСТ должен использоваться семиэлементный код с восьмым проверочным элементом и Международный алфавит № 5 (МТК-5). Процедуры защиты от ошибок должны соответствовать стандартам ВМО: „программная система” (software system), „аппаратурная система” (hardware system), основанная на рекомендации МККТТ V.41, а также согласно рекомендации МККТТ X.25/2. В конце 1990-х годов был принят протокол ТСП/IP, который используется в сети Интернет;

— в ГСТ должна применяться коммутация сообщений (КС) с использованием специальных форматов сообщений и системы адресования. Формат сообщения ВМО должен содержать ранее

применявшийся формат для ручной телетайпной передачи с добавлением адресной строки, обеспечивающей автоматическую КС;

— коэффициент ошибок при передаче данных по ГСТ не должен превышать 7—10 на знак;

— должна быть обеспечена возможность передачи по каналам ГСТ буквенно-цифровых данных и аналогового факсимиле путем разделения по времени частотно-разделенного канала и одновременная передача данных и цифрового (кодированного или некодированного) факсимиле путем мультиплексирования модемов V.29, V.33 или логическим мультиплексированием в протоколе X.25 МККТ.

Первоначально конфигурация ГСЕТ представляла собой замкнутую цепь, главную цепь телесвязи (ГЦТ), в которую были включены три ММЦ (Вашингтон, Москва и Мельбурн) и ряд РУТов в различных регионах ВМО. В дальнейшем ГЦТ была преобразована в ГСЕТ и в нее были включены дополнительные РУТы.

Региональная сеть метеорологической телесвязи включала в себя:

— участки ГСЕТ, проходящие через регион (например, в Европе: Лондон—Париж—Франкфурт—Прага—София—Москва);

— главные региональные цепи, соединяющие РУТы в данном регионе;

— региональные, межрегиональные и вспомогательные цепи, соединяющие НМЦ с РУТами или другими НМЦ в данном или других регионах.

В ГСТ ММЦ, РУТы и НМЦ выполняли следующие функции:

— автоматическое составление и редактирование сообщений;

— автоматическая коммутация сообщений;

— преобразование сообщений из алфавита МТК-2 в алфавит МТК-5;

— преобразование средней и низкой скоростей передачи, опознавание различных типов сообщений, включая адресованные сообщения;

— контроль ошибок;

— проверка и исправление сообщений с целью выполнения стандартных процедур передачи;

- проверка приемной и передающей факсимильной аппаратуры на соответствие стандартам ВМО;
- обеспечение возможности накопления, дальнейшей передачи и коммутации факсимильных сообщений;
- преобразование кодированного цифрового факсимиле в некодированное и аналоговое факсимиле;
- обеспечение бесперебойной работы центра и изменение маршрута передачи информации при аварии.

### **Система передачи данных „Погода”**

**Разработка системы передачи данных (СПД) „Погода”.** Необходимость участия СССР в создании ГСТ ВМО, использование ЭВМ для обработки больших массивов различных данных об окружающей среде, развитие спутниковых метеорологических систем и создание служб контроля загрязнения окружающей среды — все это потребовало в 1960-е годы разработки принципиально новой системы связи в Гидрометслужбе СССР.

Во исполнение Постановления Совета Министров СССР по заказу и техническим требованиям Гидрометслужбы Ленинградским научно-исследовательским институтом электротехнических устройств (НИИЭТУ) был разработан комплекс аппаратуры передачи данных СПД „Погода”. Серийное производство комплекса технических средств СПД „Погода” было освоено Черкасским заводом телеграфной аппаратуры (ЧЗТА) и СКБ „Аккорд” с 1972 г.

На базе этой аппаратуры в Гидрометслужбе в 1972— 1975 гг. была создана СПД „Погода” и введена в опытную эксплуатацию. Она состояла из нескольких центров КС (ЦКС) и ряда абонентских пунктов, соединенных между собой телефонными и телеграфными каналами связи. Скорость передачи данных по СПД составляла от 50 бод до 1200 бит/с. Система обеспечивала обмен данными и факсимильной информацией как внутри страны, так и по ГСТ ВМО.

**Основные принципы построения системы.** К началу работ по созданию СПД „Погода” в СССР не было каких-либо материалов по построению сетей передачи данных с КС и имелись лишь отрывочные (в основном рекламные) сведения по зарубежным

системам. Не было также отечественных ЭВМ, на базе которых можно было бы создавать системы передачи данных и коммутации сообщений.

Комплекс технических средств СПД „Погода” был разработан на элементной базе второго поколения с жесткой аппаратной логикой.

Алгоритмы системы были разделены на блоки. Каждому блоку соответствовал модуль аппаратуры. Это обеспечивало возможность создания гибких многомодульных комплексов, адаптирующихся к различным требованиям эксплуатации. Каждый блок алгоритмов имел изменяемые в определенных пределах функции, совокупность блоков позволяла создавать алгоритмы и структуры комплексов различной архитектуры. Основными блоками алгоритмов в СПД „Погода” являлись: защита от ошибок, управление работой периферийных устройств, управление каналами передачи данных, буферная обработка сообщений, хранение сообщений, КС с частичным переприемом, без запоминания и хранения в памяти полного сообщения.

Невысокое быстродействие элементов второго поколения привело к необходимости для выполнения задач, следующих друг за другом в реальном масштабе времени, распределить функции между отдельными блоками комплексов и между комплексами. В связи с потребностью совместить в системе передачу данных и аналоговых факсимильных сигналов были применены два режима работы сети: коммутация сообщений и коммутация каналов. Для передачи данных, факсимиле и служебных переговоров использовались одни и те же каналы ТЧ путем разделения во времени и частотного деления спектра канала (для передачи срочных сообщений) с автоматическим переключением режимов работы каналов. Был разработан специальный модем „Поток”, обеспечивающий разделение канала ТЧ на три подканала: основной канал для передачи данных (1200 бит/с) или факсимиле с полосой 700—2700 Гц, обратный канал с полосой 370—470 Гц, дополнительный низкоскоростной (телеграфный) канал для передачи данных с полосой 3030—3210 Гц.

В СПД „Погода” были приняты единые форматы сообщений в различных кодах с едиными правилами составления заголовков и произвольной текстовой (информационной) частью сообщений, обеспечивающие обмен данными как в национальной сети связи,

так и по ГСТ ВМО. Система адресации сообщений предусматривала возможность наращивания емкости сети и автоматический поиск маршрута.

Была предусмотрена возможность передачи данных по различным каналам телефонной и телеграфной связи, в том числе по КВ радиоканалам со скоростью от 50 до 1200 бод.

**Создание автоматизированной сети передачи данных (АСПД) „Погода“.** В период с 1972 по 1978 г. была оснащена оборудованием, а с июня 1975 г. введена в оперативную эксплуатацию автоматизированная система передачи данных Гидрометслужбы (АСПД) „Погода“, состоящая из семи центров коммутации сообщений (ЦКС) в городах Москва, Обнинск, Новосибирск, Ташкент, Хабаровск, Алма-Ата, Минск и около 80 абонентских пунктов в республиканских и территориальных управлениях и других органах Гидрометслужбы. Кроме внутрисоюзных направлений передачи данных, в АСПД в начале ее создания были включены международные направления ГСТ ВМО:

- Москва—Прага—Оффенбах—Париж—Лондон—Вашингтон;
- Москва—Дели—Токио—Вашингтон;
- Москва—Каир;
- Москва—София—Афины—Рим;
- Москва—Варшава;
- Москва—Стокгольм;
- Хабаровск—Токио;
- Хабаровск—Пхеньян;
- Новосибирск—Улан-Батор;
- Ташкент—Кабул;
- Ташкент—Карачи.

Обмен по каналам передачи данных (КПД) между ЦКС и между ЦКС и абонентами, использующими абонентские комплекты (АК), производился в основном со скоростью 1200 бит/с. При наличии на направлениях передачи данных между ЦКС и АК одного канала ТЧ использовался в отдельные периоды суток 2-й режим передачи, т. е. передача данных в режиме 100—150 байт/с и аналоговое факсимиле.

Эксплуатационная скорость трафика данных между ЦКС (при номинальной скорости КПД 1200 бит/с) составляла около 100 зн./с, а между ЦКС и АК — около 50 зн./с. Значительное снижение эксплуатационной скорости трафика между ЦКС и АК

Таблица

Наименование направлений АСПД	Количество направлений	Номинальная скорость КППД, бит/с	Эксплуатационная скорость, зн./с	Среднесуточный объем обмена по одному направлению, млн. зн.	Суммарный среднесуточный обмен, млн. зн.
Между ЦКС АСПД	8	1200	100	1,0	8
Между ЦКС и АК республиканских и территориальных центров	8+5+3+3+3+4+7 = 50	1200/150	40/10	0,1	5
Между ЦКС АСПД и ЦКС ГСТ	3	1200	100	1,3	4,5
Между ЦКС АСПД и АП (ТА)	50	50	6	0,05	2,5
Всего по АСПД					20

обуславливалось преобразованием форматов и кодов (5- и 7-элементных) в АК, особенно при выводе сообщений на печатающие устройства (принтеры).

Кроме КППД, в АСПД применялись телеграфные каналы, включенные в ЦКС и работающие у абонентов на стандартных телетайпных аппаратах.

Пропускная способность направлений передачи данных и суточные объемы обмена данными по АСПД „Погода” в период с 1975 по 1980 г. приведены в таблице.

### Модернизация АСПД и ее дальнейшее развитие

**Недостатки СПД „Погода”.** СПД „Погода”, разрабатывавшаяся в 1960-е годы на элементной базе второго поколения с жесткой аппаратной логикой, не позволяла вносить какие-либо су-

ществленные изменения для повышения эффективности функционирования системы или расширения ее возможностей и к концу 1970-х годов устарела. В процессе эксплуатации СПД „Погода” был выявлен целый ряд существенных недостатков. К основным из них следовало отнести:

- малый объем буферной памяти переприема ЦКС и неэффективную ее организацию;
- малый объем адресного запоминающего устройства ЦКС и его низкую надежность;
- низкую эффективную скорость передачи на абонентских участках (из-за отсутствия буферной памяти в абонентских пунктах);
- отсутствие контроля за прохождением сообщений по направлениям связи и по ЦКС в целом;
- сильную зависимость режимов работы телефонных каналов связи от характеристик каналов.

Вполне естественно, что за истекший после разработки СПД „Погода” период значительно возросли потребности Госкомгидромета в передаче различных видов информации и существенно расширились требования, предъявляемые к СПД и ее техническим данным. К ним относятся:

- передача факсимильных карт (штриховых и полутоновых) в цифровом виде;
- увеличение скорости передачи до 2400, 4800, 9600 бит/с и более;
- обеспечение временного хранения сообщений (в том числе и метеорологических карт) с возможностью их выдачи по запросам или по расписанию;
- местное распределение сообщений в абонентских пунктах и их временное хранение;
- увеличение коммутационной емкости ЦКС (до 10 000 списков циркуляров в одном ЦКС и при числе адресов в одном списке до 100);
- автоматическое комплектование и редактирование метеорологических бюллетеней в реальном масштабе времени;
- возможность оперативного вмешательства обслуживающего персонала в программы и таблицы коммутации;
- автоматизация сбора сообщений в низовых сетях (в том числе коммутируемых сетях общего пользования);

— взаимодействие с ЭВМ метеорологической обработки по стандартному интерфейсу ввода/вывода;

— использование дисплеев в роли пультов контроля и управления, подготовки, редактирования и исправления сообщений;

— высокая сохранность и надежность доставки сообщений.

**Разработка и внедрение новых технических средств и технологий в АСПД.** Учитывая вышеизложенное, с 1975 по 1985 г. были разработаны:

— аппаратура распределения данных АД-Р „Циклон” и АД-Р „Курьер”, выполняющая функции концентраторов каналов передачи данных и ЦКС малой емкости (до 6 телефонных и 30 телеграфных каналов);

— канальный комплект АП-П1-КК, представляющий собой групповое УЗО на три направления с протоколом „программная система защиты от ошибок” ВМО;

— модем для передачи данных по некоммутируемым каналам ТЧ со скоростью до 9600 бит/с с характеристиками, соответствующими рекомендациям МККТТ V.29-УПС „Фант-ВМ1”.

Проведенные в период 1975—1985 гг. работы по усовершенствованной СПД Госкомгидромета — ОКР „Погода-2” и „Природа” (исполнители ЛНПО „Красная заря” и НИИ „Аккорд”) не были доведены до реализации по ряду причин и не дали положительного результата, что послужило начальным толчком к модернизации АСПД в основном силами Госкомгидромета.

В начале 1980-х годов отечественная промышленность начала выпускать универсальные малые ЭВМ серии СМ (прототип линии РДР корпорации DEC (США)), которые в большей степени подходили для решения коммутационных и других специфических задач в области систем телесвязи. С 1980 по 1982 г. в ГРМЦ Госкомгидромета было разработано первое программное обеспечение ЦКС на базе малых ЭВМ СМ-4. Так как промышленность не производила связных периферийных устройств, реализующих современные протоколы передачи данных (процессоров телеобработки данных, устройств защиты от ошибок и т. п.), специалисты ГРМЦ разработали, изготовили и внедрили устройства сопряжения с техническими средствами СПД „Погода” и АД-Р „Циклон”.

С 1982 по 1986 г. в ГРМЦ эксплуатировался уникальный гибридный центр, включающий в себя ЭВМ СМ-4 (коммутатор сооб-



щений), ТС СПД „Погода” АРС, АПИ, „Аккорд”, „Луч”, „Туман” (устройство сопряжения с каналами передачи данных) и АРД-Р „Циклон” (концентратор телеграфных каналов).

В эти же годы по заказу Госкомгидромета разрабатывается документация (в НИИ „Аккорд”) и начинается производство (на ЧЗТА) процессора телеобработки данных (ПТД) „Пакет” для работы на каналах передачи данных. ПТД „Пакет” совместно с ЭВМ СМ-1420 в качестве ЦКС были внедрены в центрах Обнинск, Хабаровск, Новосибирск, где эксплуатировались до середины 1990-х годов.

С середины 1980-х и до начала 1990-х годов по контракту с компанией „Оливетти” в ГРМЦ разрабатывается и внедряется в эксплуатацию ЦКС, построенный на малых ЭВМ PDP 11/44 (США), затем LSX (Италия) и РС-386, РС-286 (Италия) с использованием специализированных связанных компьютеров SIXCOM (Италия) на каналах передачи данных.

Графическая факсимильная информация в эти годы распространялась в основном в виде некодированного цифрового факсимиле (НКЦФ). Продолжалось использование аналогового факсимиле как на проводных телефонных каналах, так и в виде циркулярных передач по радио в КВ и длинноволновых (ДВ) диапазонах.

Конец 1980-х—начало 1990-х годов характеризуются бурным развитием технологий аппаратных (процессоры, оперативная и дисковая память и т. д.) и программных средств (UNIX, WINDOWS, LINUX и т. п.) для персональных компьютеров.

В начале 1990-х годов на отечественном рынке появилось большое количество персональных компьютеров, которые уже в то время не уступали, а в некоторых случаях даже превосходили по основным параметрам малые ЭВМ. С началом развития рыночной экономики в России новые частные компании и фирмы стали предлагать услуги по разработке и внедрению различных автоматизированных систем. В частности, появилась компания „Интелком”, специализирующаяся на проблемах сети метеорологической телесвязи.

С 1991 по 1993 г. по контракту с Росгидрометом компания „Интелком” разработала и начала внедрять программное обеспечение ЦКС различных уровней (региональных, территориальных и областных), а также производить специфические перифе-

рийные устройства (контроллеры, адаптеры и т. п.). Применение современных сетевых технологий, протоколов, алгоритмов, новейших технических средств телесвязи позволило в краткие сроки на базе АСПД Росгидромета создать современную сеть МЕКОМ, которая функционирует в настоящее время в Росгидромете.

Центры сети МЕКОМ оснащены самыми современными техническими средствами (серверами, PC-Pentium, LAN, интеллектуальными контроллерами, мультиплексорами, адаптерами, маршрутизаторами, модемами), операционными системами (SCO UNIX, LINUX, QNX), протоколами передачи данных TCP/IP, X.25, FAX-T.4, FAXchain.

Сеть МЕКОМ построена на самых современных технологиях Интернета и представляет собой корпоративную транспортную компьютерную сеть, предоставляющую услуги по передаче гидрометеорологической информации, а также возможности использования электронной почты, www-серверов, передачи файлов и т.п.

Обмен графической (факсимильной) продукцией в сети МЕКОМ, включая международные каналы, производится в кодированном цифровом виде в форматах FAXchain и T.4-ITV. Отображение графической информации осуществляется либо методом безбумажной технологии — на экране монитора ПЭВМ, либо, при необходимости, в виде бумажных копий, распечатанных на принтере.

С середины 1990-х годов циркулярные передачи радиотелеграфных и радиофаксимильных программ в КВ и ДВ диапазонах практически повсеместно в ГСТ ВМО и в сети телесвязи Росгидромета прекращаются, так как основным и наиболее экономически эффективным способом становится циркулярное вещание через искусственные спутники Земли. Спутниковый метод распространения информации имеет огромные преимущества перед циркулярным распространением передач посредством радио, а именно: более высокое качество изображений, достоверность буквенно-цифровой информации, надежность, широкий географический охват территорий уверенного приема и т. п.

В Росгидромете для передачи графической (факсимильной) информации совместно с буквенно-цифровой по основным необходимым видам гидрометеорологических наблюдений использу-

ется телевизионная спутниковая система РФ в рамках программы ОРТ. Специально разработана аппаратура, позволяющая передавать и принимать гидрометеорологическую информацию в составе основного сигнала телевизионного изображения за счет сокращения избыточности нескольких строк изображения, причем это никак не влияет на визуальный просмотр изображения телевизионных программ.

### Заключение

За 50 с лишним лет становления, развития и совершенствования сети телесвязи Росгидромета проделан сложный путь от радиопередач/приема в коде „азбуки Морзе” до современных автоматизированных компьютерных технологий.

Пропускная способность сети выросла в среднем в 300 раз, объемы передаваемой информации на основных магистральных цепях возросли в среднем в 40—60 раз (по отношению к 1950-м годам). Для примера: Московский центр в настоящее время принимает со всех каналов РФ, СНГ, ГСТ ВМО 150 Мбайт/сут и передает 600 Мбайт/сут, а в конце 1970-х годов он принимал 10 Мбайт/сут и передавал 50 Мбайт/сут.

В настоящем историческом обзоре было бы несправедливо не отметить специалистов Гидрометслужбы и других ведомств. Над совершенствованием и развитием сети метеорологической телесвязи начиная с 1940-х годов и до начала 2000 г. трудилось большое количество специалистов.

Сегодня очень трудно выделить заслуги каждого и даже вспомнить большинство фамилий. Тем не менее в памяти многих работников сети телесвязи сохранились образы и деяния главных зачинателей и основных продолжателей этого нелегкого дела.

Главным идеологом, вдохновителем и организатором этих работ был И. А. Равдин, бывший главный инженер узла связи Центрального института прогнозов, затем начальник отдела связи Главного управления Гидрометслужбы, затем начальник отдела связи ТУ Роскомгидромета. Практически под его руководством и при непосредственном участии на всех этапах развития и совершенствования сеть телесвязи Гидрометслужбы стала та-

кой, какая она есть сейчас. Иосиф Абрамович сумел создать на сети коллектив квалифицированных специалистов-энтузиастов, которые слаженно выполняли все главные задачи под его руководством. Большой вклад в развитие системы телесвязи внесли такие специалисты, как Владимир Никитович Коротких — начальник ГРМЦ, Вольф Еселевич Ошеров — главный инженер ГРМЦ, Николай Иннокентьевич Кухарский — начальник АСПД Западно-Сибирского УГМС; Егор Васильевич Месяц — начальник САСПД Дальневосточного УГМС; Александр Иванович Бедрицкий — зам. начальника по технике Узбекского УГМС (ныне Руководитель Росгидромета), Петр Петрович Бибинов — начальник САСПД Узбекского УГМС, Валерий Константинович Захаров — начальник САСПД Приволжского УГМС и многие другие руководители, добросовестно выполнявшие свою работу по внедрению, эксплуатации и совершенствованию сети телесвязи первого (переход на телетайпные технологии) и второго (развитие факсимильных передач и создание системы передачи данных) этапов.

Основными проектировщиками и разработчиками комплексов технических средств для систем телесвязи Росгидромета были руководители и специалисты различных предприятий промышленности средств связи. Наибольший вклад в разработку и внедрение КТС СПД „Погода” НИИЭТУ (Ленинград, первый этап) внесли:

Виктор Иосифович Петрович — главный конструктор, Эдуард Павлович Шпилевский — зам. главного конструктора, Борис Семенович Плешко — ведущий инженер, Евгений Александрович Калганов — ведущий инженер; в разработку и внедрение КТС АСПД — СКВ „Аккорд” (Черкассы, второй этап): Александр Яковец — главный конструктор, Николай Николаевич Лабанов — зам. главного конструктора, Анатолий Иванович Свищев — ведущий инженер-программист, Анатолий Иванович Жовтобрюх — ведущий инженер, Виктор Николаевич Сташко — ведущий инженер, Владимир Федорович Супрун — ведущий инженер; в разработку и внедрение факсимильного КТС АСПД — СКБ „Фотон” (Львов, первый и второй этапы): Юрий Яковлевич Шац — главный конструктор, Владимир Иванович Дроздов — зам. главного конструктора, Леонид Константинович Похилко — ведущий инженер, Игорь Леонидович Шелешко — ведущий инженер.

Необходимо указать, что вся приобретаемая и вновь разрабатываемая аппаратура проходила и проходит апробацию и эксплуатационные испытания в ГРМЦ. Кроме того, сопровождение разработок (подготовка технических заданий, заводские и приемочные испытания, опытная эксплуатация и разработка методических руководств по внедрению и эксплуатации нового оборудования на сети) также возложено на ГРМЦ. Таким образом, на протяжении многих десятилетий ГРМЦ выполняет функции испытательного полигона для всей сети телесвязи Гидрометслужбы.

Исходя из поставленных задач, в ГРМЦ при непосредственном участии И. А. Равдина и его преемника А. И. Гусева (начальника Технического управления Росгидромета) была создана команда наиболее квалифицированных специалистов для совершенствования сети гидрометеорологической телесвязи на последующих этапах развития (автоматизация, компьютеризация, использование современного оборудования, технологий и т. п.). В эту команду вошли такие руководители и специалисты, как Леонид Елисеевич Безрук — начальник ГРМЦ; Николай Александрович Волков — главный инженер ГРМЦ (ныне директор компании „Интелком-Дельта”), Юрий Балаогланович Гусейнов — начальник сектора внедрения ГРМЦ (ныне начальник отдела в компании „Интелком-Дельта”), Владимир Викторович Цуканов — инженер сектора внедрения ГРМЦ (ныне начальник отдела в компании „Интелком-Дельта”), Виктор Александрович Губанов — начальник ОАСПД ГРМЦ, Елена Александровна Аверьянова — руководитель группы ОАСПД ГРМЦ, Светлана Николаевна Борисова — руководитель группы ОАСПД ГРМЦ, Геннадий Владимирович Новиков — руководитель группы ОАСПД ГРМЦ, Татьяна Николаевна Цыганкова — руководитель группы ОРСС ГРМЦ, Витольд Романович Недзейко — инженер ОРСС ГРМЦ.

Кроме того, в работе по совершенствованию сети телесвязи приняли активное участие руководители и специалисты других подразделений связи Росгидромета: Юрий Иванович Букин — начальник САСПД Дальневосточного УГМС, Владимир Александрович Аграмаков — начальник САСПД ВНИИГМИ—МЦД, Елена Прокопьевна Багдасарова — зам. начальника САСПД ВНИИГМИ—МЦД, Борис Александрович Целиков — ве-

душий специалист САСПД ВНИИГМИ—МЦД, Владимир Ильич Баламутов — начальник ИВЦ Приволжского УГМС и многие другие.

Центры телесвязи Росгидромета, естественно, должны были сопрягаться с центрами обработки данных (ВЦ) на электрическом и логическом уровнях. На начальных этапах автоматизации сети телесвязи это было сложно осуществить из-за отсутствия (в большинстве случаев) стандартных сопрягающих устройств и недостатка опыта у специалистов. Тем не менее эти проблемы были успешно решены в первую очередь в региональных центрах Москва, Новосибирск, Хабаровск, Ташкент. Здесь необходимо отметить особую роль специалистов Московского РВЦ: Владимира Александровича Анцыповича (директора ГВЦ Росгидромета), Анатолия Константиновича Князева (главного инженера ГВЦ Росгидромета), Виктора Дмитриевича Жупанова (зам. директора ГВЦ Росгидромета); Юрия Львовича Шмелькина (директора фирмы „Мэп Мэйкерс”); Хабаровского РВЦ: Валерия Андреевича Шаповаленко (начальника ВЦ), Вячеслава Давыкина (зам. начальника ВЦ); Новосибирского ВЦ: Владимира Петровича Крысова, Игоря Валерьяновича Колотовкина.

## РАЗВИТИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ СБОРА, ОБРАБОТКИ, НАКОПЛЕНИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Вторая половина XX в. характеризовалась стремительным ростом объемов информации во многих сферах человеческой деятельности. Это проявилось и в области гидрометеорологии, где в последние годы за счет развития средств наблюдений за погодой у поверхности земли и состоянием гидросферы и верхних слоев атмосферы, а также за счет поступления большого потока данных с метеорологических спутников, радиолокаторов и ракет объем информации о гидрометеорологическом режиме существенно возрос и удваивается каждые 8—10 лет.

Гидрометеорологическая служба СССР, как, впрочем, и службы зарубежных стран, оказалась неподготовленной к приему и полноценному использованию столь быстро нарастающего потока информации. В ней доминировали методы и средства, связанные с использованием малопроизводительного ручного труда и дорогостоящих громоздких носителей информации.

Гидрометеорологическая информация имеет две характерные особенности: большой объем и необходимость постоянного хранения и периодического использования первичных данных наблюдений, не теряющих своей ценности со временем.

До 1950-х годов во всех отраслях гидрометеорологии преобладала ручная обработка данных, но уже во второй половине 1940-х годов с появлением счетно-перфорационных машин (СПМ) началось некоторое развитие механизации. В управлениях Гидрометслужбы таблицы с результатами наблюдений переносились на 80-колонные перфокарты путем перфорации на перфораторах и последующего ручного контроля правильности.

Архив этих данных в Службе составил к 1970-м годам свыше 250 млн. перфокарт, причем планировавшийся ежегодный прирост количества перфокарт за счет увеличения потока информации составил 120 млн. шт. Поэтому перед Службой встала задача изыскания новых, более компактных способов обработки гидрометеорологических данных. Разумеется, СПМ и существующая запись информации на перфокарты еще некоторое время в процессе переходного периода использовались в Службе.

В 1950-х годах с помощью СПМ были проведены крупные научно-методические работы по механизации процесса обработки данных, главным образом по аэроклиматологии. Это позволило с максимальной для того времени эффективностью использовать аэрологические данные, переписанные на перфокарты, и значительно повысить уровень обеспечения различных организаций аэроклиматической информацией.

Однако на этом этапе СПМ применялись не только для работы с данными по аэроклиматологии и морской климатологии, но и при обобщении метеорологических наблюдений. Так, 20 таблиц „Справочника по климату СССР” были рассчитаны на СПМ. Использование СПМ позволило рассчитать для справочника и ряд новых характеристик: суточную амплитуду и межсуточную изменчивость температуры, повторяемость сочетаний скоростей и направлений ветра, число дней с жидкими и твердыми осадками и количество этих осадков, комплексные характеристики метелей и многие другие. Расчет этих характеристик по 500—600 станциям был осуществлен в основном Новосибирским филиалом НИИАК.

В 1960—1966 гг. использование СПМ развивалось за счет климатических разработок, в частности для „Справочника по климату СССР”. Подготовка и издание справочника, состоящего из 170 томов, фактически завершали крупный этап в обработке данных по климату на базе СПМ.

Помимо чисто практического значения, механизированные расчеты таблиц справочника были важны с методической точки зрения. Они не только показали предельные возможности СПМ, но и вскрыли необходимость коренных изменений самих методов климатологического обобщения материала.

При резко возросшем объеме информации и необходимости расчетов по усложненным алгоритмам эффективность использования СПМ оказалась далеко не во всех случаях достаточной для удовлетворения требований организаций к режимным материалам.

С появлением первых электронно-вычислительных машин (ЭВМ) были начаты небольшие научно-исследовательские работы в области использования электронной техники, но велись они в крайне ограниченном объеме.



В Гидрометслужбе наибольший опыт работы на ЭВМ „Урал-2”, относительно близкий к режимным разработкам, имелся в ААНИИ, где были выполнены расчеты для свободной атмосферы при изучении связей гидрологического и метеорологического режимов морей. Другое направление работ на ЭВМ в ААНИИ в этот период было связано с методикой первичной обработки данных, начиная с раскодирования телеграмм. Опыт этих исследований учитывался в дальнейшей работе, связанной с переходом климатологии на расчетные методы с использованием сложной вычислительной техники.

Быстрый процесс увеличения объема информации и вытеснения счетно-аналитических машин электронными, а также появление новых требований, предъявляемых к гидрометеорологическому обслуживанию различных отраслей народного хозяйства страны, предопределили коренную перестройку всех звеньев сбора и обработки потока метеорологической информации, начиная с метеорологической площадки.

В соответствии с этим по заданию Главного управления гидрометслужбы был разработан аванпроект технического проектирования первой очереди автоматизированной гидрометеорологической системы. Он предусматривал проектирование оперативной и режимной гидрометеорологической систем. В 1960-е годы стало ясно, что для того чтобы собрать и обработать огромное количество информации, получаемой со многих гидрометеорологических станций мира, и сведений с метеорологических космических систем, необходимо использовать сложное и дорогостоящее оборудование. Осуществить эти мероприятия возможно лишь в небольшом числе центров, которые могли бы обслуживать все страны мира.

Исходя из аванпроекта и в соответствии с планом Всемирной службы погоды и развитием Гидрометслужбы СССР, в 100 км к юго-западу от Москвы в г. Обнинске в 1968 г. было создано Отделение хранения и статистической обработки Гидрометцентра (ОГМЦ), которое в последующем (в 1971 г.) было реорганизовано во Всесоюзный (ныне Всероссийский) научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации — Мировой центр данных (ВНИИГМИ—МЦД). В системе Всемирной службы погоды были созданы три таких мировых центра: в Обнинске,

Вашингтоне и Мельбурне, т. е. два в северном полушарии и один в южном.

В сравнительно короткий промежуток времени в Обнинске сформировался один из крупнейших в мире центров хранения, обработки и распространения данных, характеризующих гидрометеорологический режим и предназначенных для использования в исследовательских и практических целях. Поэтому одними из главнейших направлений работ ОГМЦ в начале его становления и в последующие годы были создание и реализация технологических схем сбора, обработки, поиска, хранения, обмена и распространения информации о гидрометеорологическом режиме на основе применения ЭВМ и математического аппарата.

Технологической схемой, принятой при проектировании ОГМЦ, предусматривалось в максимальной степени исключить трудоемкие ручные операции. Планировалось заносить первичные данные на промежуточный технический носитель (ТН) в месте наблюдения на наиболее ранней стадии технологического процесса или передавать их по каналам связи в центр обработки; проводить все последующие трудоемкие операции в небольшом числе центров, оснащенных ЭВМ с системой устройств для ввода крупных массивов данных и автоматизированного построения таблиц, графиков, карт; осуществлять автоматизированный вывод проверенных первичных и итоговых данных на постоянный ТН. Кроме того, предполагалось в Обнинске обрабатывать большую часть гидрометеорологических данных с территории страны, зарубежную информацию из крупных регионов земного шара.

В процессе становления ВНИИГМИ—МЦД и развития опытно-производственных работ эта схема постоянно совершенствовалась. Результаты этой работы оказались полезными как для перестройки деятельности сетевых подразделений Гидрометслужбы, так и для целей планирования и создания системы Всемирной службы погоды.

При построении системы автоматизированной обработки гидрометеорологических наблюдений необходимо было решить вопросы выбора и занесения гидрометеорологической информации на ТН для обработки на ЭВМ, вопросы контроля и долговременного хранения, поиска и обмена данных.

По характеру выполняемых задач и видам продукции гидрометеорологическая система функционально разделена на три части:

1) оперативная система, осуществляющая наблюдения, сбор данных, передачу их в центры переработки информации, составление прогностических материалов по всем отраслям гидрометеорологии и обеспечение низовых оперативных подразделений;

2) режимная система, выполняющая обработку результатов наблюдений и накопление данных за многолетний период для расчета гидрологических и климатологических характеристик и т. д.;

3) система доведения, обеспечивающая заинтересованные хозяйственные организации всеми видами гидрометеорологической продукции.

В свою очередь каждая из этих тесно взаимосвязанных частей должна выполнять большое число задач, которые нельзя решить раз и навсегда. По мере развития науки и техники различные звенья систем будут изменяться, модернизироваться, в отдельных случаях полностью исключаться или заменяться новыми.

Рассмотрим только принципы построения системы обработки режимной гидрометеорологической информации, необходимой для исследовательских и практических целей в виде накопленных первичных данных наблюдений и различных обработанных (обобщенных) на их основе материалов. Следует сказать, что значительная часть гидрометеорологической информации получается путем измерений и визуальных наблюдений, выполняемых человеком, с последующей записью их результатов в журнале, книжке, таблице и пр.

В первых поколениях автоматизированных систем предусматривалось получение двух видов информационной продукции:

— данные с текущей информацией на магнитных лентах (МЛ);

— таблицы с первичными данными и режимно-справочные издания (ежемесячники, ежегодники и др.).

Данные на МЛ передавались в фонд данных для архивации, а таблицы — в УГМС для обслуживания потребителей. Для некоторых видов информации, получаемой в ограниченном числе

пунктов наблюдений (актинометрической, теплобалансовой, озонметрической и др.) или требующей для обработки наличия специальных лабораторий (радиационной, гидрохимической и др.), созданы оригинальные (специализированные) системы обработки. Сбор и централизованная обработка данных сконцентрированы в научно-исследовательских институтах — специализированных центрах: ГГО, ГГИ, ГХИ, ААНИИ, НПО „Тайфун”, ВНИИГМИ—МЦД. Для разработки программ на первых этапах использовались алгоритмические языки: Ассемблер, Фортран, ПЛ-1.

Таким образом, созданная технология, обеспечивающая централизованный процесс комплектования фонда данных (сбор, обработка и накопление), решила главную на то время проблему: *рациональное использование дефицитных и дорогостоящих технических ресурсов и квалифицированных специалистов.*

Создание технологий на новых принципах неизбежно связано с разработкой программного обеспечения. Программные средства системы обеспечивают ввод данных, их контроль, обработку, накопление и получение режимно-справочных материалов. На рис. 1 представлена схема обработки информации на ЭВМ.

**Ввод данных**, как правило, осуществляется с перфоленты в форматах, максимально приближенных к формам книжек наблюдений.

**Контроль данных.** Наиболее трудоемкой и важной операцией является обнаружение случайных грубых и систематических ошибок в данных. Для этой цели используются существующие в природе связи и закономерности изменения величин, применяются методы математической статистики и пр.

**Обработка данных.** Программы обработки данных можно условно разделить на группы по функциям:

— систематизация и комплектация текущих данных для включения в фонд и режимно-справочные банки данных (РСВД) в виде ЯОД-файлов;

— получение обобщенных характеристик для бюллетеней, ежемесячников, обзоров и т. п.

Прежде чем перейти к истории развития автоматизированной системы обработки режимной информации по видам гидрометеорологических наблюдений, следует рассмотреть общие положения, учитываемые при построении режимной гидрометеорологи-

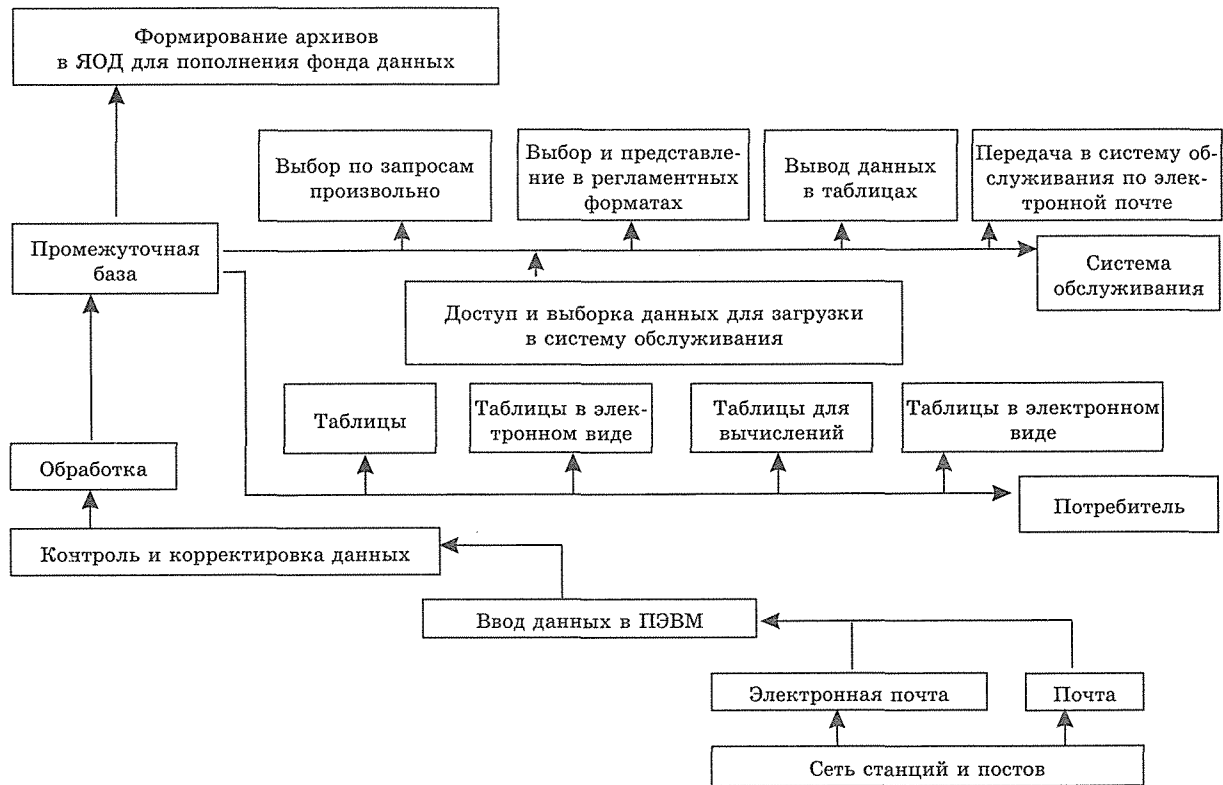


Рис. 1. Схема обработки информации на ЭВМ.

ческой системы. К ним относятся выбор ТН и место машинного контроля качества наблюдений.

### Технические носители

Основным видом ТН в Гидрометслужбе вплоть до 1970-х годов оставалась 80-колонная перфокарта с различными системами кодирования информации на ней. Однако быстрый процесс увеличения объема информации и вытеснение счетно-аналитических машин электронными способствовали переходу к новым ТН — более компактным, оперативным в подготовке и удобным для ввода в ЭВМ. Но чтобы можно было ввести информацию в ЭВМ, необходимо было прежде всего записать результаты наблюдений на станции в виде, удобном для чтения их ЭВМ.

Задача занесения результатов наблюдений на носитель далеко не проста, поскольку основная часть гидрометеорологической информации получается, как было указано ранее, путем измерений по приборам или визуальных наблюдений, выполняемых человеком, с последующей записью их результатов в журнал, книжку и т. п. От успешного решения проблемы занесения данных на ТН и оптимального выбора ТН во многом зависела экономичность создаваемой автоматизированной системы обработки данных.

По многим соображениям была выбрана запись на телетайпную перфоленду. Такую запись, как предполагалось, будет делать автоматическая или полуавтоматическая станция, а там, где их не установят, — наблюдатель гидрометеорологической станции на обычном телетайпе. При этом следует иметь в виду, что результаты наблюдений должны быть выражены определенным кодом и в таком виде занесены на телетайпную ленту. Под кодом понимается система символов и правил представления информации. Для наблюдателя это будет единственное, что он должен сделать после наблюдений, никаких таблиц составлять не придется. Затем рулон перфоленды с записью всех наблюдений станции посылается в центр обработки и вводится в ЭВМ, которая с помощью специально разработанного программного обеспечения контролирует, обрабатывает результаты наблюдений, печатает таблицы для ежемесячников, ежегодников и других спра-

вочных изданий и готовит эти результаты для длительного хранения.

Таким образом, исходя из аванпроекта создания автоматизированной режимной гидрометеорологической системы, для занесения первичных данных (результатов) наблюдений и ввода этой информации в ЭВМ в качестве промежуточного носителя была принята телетайпная перфолента. Носителем для длительного хранения стала МЛ.

### **Контроль качества информации и первичная обработка данных**

При ручной обработке данных контроль качества производится специалистами различной квалификации на многих стадиях прохождения материалов от пункта наблюдения до центров сбора, хранения и обобщения данных. Такой контроль характеризуется многоступенчатостью, и многие методики ручного контроля составлены без реальной точности измерения контролируемого элемента. В значительной мере эти черты были присущи и механизированной обработке данных на СПМ.

При введении автоматизированной обработки данных на ЭВМ становилось возможным в значительной степени освободиться от недостатков, свойственных ручному контролю.

Проблема автоматизации контроля качества впервые обсуждалась на Международном симпозиуме по обработке климатических данных в 1968 г. в г. Ашвил (США). Вопросам создания автоматизированных методов контроля качества наблюдаемых данных уделялось и уделяется пристальное внимание и в нашей стране. Достаточно отметить проведенный (в соответствии с рекомендацией многих директоров гидрометслужб) 16—20 декабря 1969 г. в Москве симпозиум по автоматической проверке и направлению данных метеорологических наблюдений. Московский симпозиум исторически является первым международным собранием на пути создания международных принципов автоматического контроля климатических данных.

Задача создания глобальной программы автоматического контроля оказалась нереальной из-за имеющихся национальных различий в методах, технике наблюдений и обработке, а также

из-за разных физико-географических условий выбора констант для контроля данных. Поэтому конкретные программы автоматического контроля развивались по основным видам наблюдений и каждая из них имела свои специфические особенности.

Контроль качества материалов наблюдений, как показала практика, в системе автоматизированной обработки наиболее целесообразно проводить в начале технологического процесса при поступлении достаточного набора данных в центр. При этом в большинстве случаев сомнительные данные, обнаруженные машиной, все равно приходится анализировать специалистам. На дальнейших стадиях статистических исследований также осуществляется контроль качества наиболее важных („ключевых“) данных.

Развитие работ по автоматизации обработки данных происходило непрерывно и было связано прежде всего со сменой поколений вычислительных машин. Поэтому в истории развития автоматизации первичной обработки текущих режимных гидрометеорологических данных условно выделяется несколько периодов:

— 1960—1976 гг. — начальный этап использования вычислительных машин для автоматизации первичной обработки данных, обработка данных на ЭВМ „Минск-22“;

— 1977—1983 гг. — разработка, внедрение и эксплуатация программных средств обработки данных на ЭВМ „Минск-32“;

— 1984—1997 гг. — разработка, внедрение и эксплуатация программных средств обработки данных на ЕС ЭВМ;

— 1995 г. — настоящее время — разработка, внедрение и эксплуатация программных средств обработки данных на персональных ЭВМ (ПЭВМ).

### Метеорологическая информация

В результате реализации технологической схемы, принятой при проектировании, была проведена большая научная и методическая работа по созданию системы кодирования первичных данных метеорологических наблюдений и занесению их на промежуточный ТН (перфоленту). Подготовлен ряд методических пособий, которые явились руководством для работников станций. Проведены семинары в Обнинске, Киеве, Новосибирске, Ташкен-



те по обучению работников гидрометеорологических обсерваторий и станций подготовке результатов наблюдений к занесению на ТН. Первые программные средства испытывались в Белоруссии. Начиная с 1 октября 1969 г. на 48 метеорологических станциях было отменено ручное составление таблиц.

Апробированная система автоматизированной обработки информации по получению на ЭВМ „Минск-22” стандартных гидрометеорологических таблиц давала положительные результаты и начала распространяться на всю сеть гидрометеорологических станций. Но это были только первые шаги в области создания качественной автоматизированной системы обработки информации. Необходимо было провести также реорганизацию пунктов обработки. В начальный период развития автоматизации обработка данных на ЭВМ была сосредоточена в нескольких регионах и территориальных центрах (в Обнинске, Новосибирске, Хабаровске, Ташкенте и Минске).

В 1960—1972 гг. в основном создавались отдельные программы для ввода, обработки и получения первичных табличных данных. В этот период были разработаны программы ввода в ЭВМ данных с перфолент, их обработки и получения таблиц с 8-срочными данными, таблиц температуры почвы на глубинах и таблиц обработки данных самописцев. Впервые была поставлена задача разработки автоматизированных средств контроля данных, и вскоре появились первые алгоритмы контроля.

Накопленный за этот период опыт по созданию отдельных программ автоматизированной обработки данных и замена поколения ЭВМ „Минск-22” на ЭВМ „Минск-32” явились основными причинами пересмотра концепции автоматизации. Была поставлена задача разработки не отдельных программных средств для обработки отдельных видов информации на ЭВМ „Минск-32”, а автоматизированных систем, обеспечивающих ввод в ЭВМ всего потока данных, раскодирование, контроль и исправление ошибок, вычисление различных характеристик для помещения в режимно-справочные материалы, выдачу результатов расчета, комплектование информации для сдачи в Госфонд на долговременном носителе. В 1977 г. было положено начало развитию работ по созданию на базе ЭВМ „Минск-32” автоматизированных систем обработки данных, представляющих собой человеко-машинные системы для сбора, передачи и обработки информации.

Исходя из этих и других принципов и требований, было разработано математическое обеспечение системы автоматизированной обработки и контроля метеорологической информации на ЭВМ „Минск-32”. Положенный в основу создания математического обеспечения системы принцип модульности его структуры позволил организовать разработку системы одновременно большим коллективом программистов и соответственно создать ее в довольно сжатые сроки.

Следующий этап в разработке автоматизированных систем и технологий наступил с заменой ЭВМ „Минск-32” на ЕС ЭВМ. Новое поколение ЭВМ обладало целым рядом преимуществ: быстродействием, большим объемом оперативной памяти, организацией памяти, наличием большого количества внешних устройств ввода—вывода данных. Главные отличительные особенности ЕС ЭВМ состояли в их универсальности и возможности постепенного наращивания вычислительной мощности в большом диапазоне.

Естественно, что ранее созданное и функционирующее на ЭВМ „Минск-32” программное обеспечение не могло быть „перенесено” на новую техническую базу без учета возможностей ЕС ЭВМ.

В 1984 г. завершилась разработка автоматизированной системы сбора, контроля, обработки и накопления текущей метеорологической информации на ЕС ЭВМ. Эта система по своим функциям „внешне” особенно не отличалась от предшествующей, однако по возможностям имела целый ряд принципиальных отличий:

- охватывала обработку по единой технологии всего набора метеорологических параметров, наблюдаемых на станциях и постах;

- обеспечивала получение всего набора регламентных таблиц, помещаемых в режимно-справочные издания;

- формировала массивы для архивного долговременного хранения на МЛ в Госфонде;

- обладала мощным средством автоматической проверки всего обрабатываемого потока данных. При этом выполнялся синтаксический, семантический и межстанционный контроль данных.

Система была внедрена в 1984 г. и функционировала в 13 вычислительных центрах Госкомгидромета (Обнинске, Новосибир-

ске, Хабаровске, Ташкенте, Алма-Ате, Тбилиси, Минске, Мурманске, Архангельске, Амдерме, Нижнем Новгороде, Самаре, Владивостоке).

Однако быстрые изменения в технических средствах потребовали принципиально нового подхода к организации работ по программированию и созданию информационных технологий и систем, ориентированных на современную вычислительную технику.

Наиболее четко эта тенденция начала проявляться в 1980-х годах при создании систем автоматизированной обработки гидрометеорологической информации на ЕС ЭВМ. С этого времени научные и практические изыскания в направлении использования общих программных средств систем первичной обработки информации не только дали положительные научные результаты, но и позволили в 2—3 раза сократить сроки разработок в других институтах и сэкономить значительные средства.

Внедрение систем позволило полностью автоматизировать первичную обработку в УГМС и обеспечить получение важных для экономики страны режимно-справочных материалов (ежемесячников, ежегодников), а также подготавливать данные для Госфонда на МЛ.

Технический прогресс внес свои коррективы в дальнейшую научную и техническую деятельность в области развития и создания автоматизированных систем. С 1990-х годов наметились тенденции к замене ЕС ЭВМ, выработавших свои ресурсы, и переоснащению оперативно-производственных подразделений персональной вычислительной техникой. Актуальным становится вопрос, как, не останавливая налаженного процесса обработки данных на ЕС ЭВМ, осуществить его перевод на ПЭВМ.

С целью решения этого вопроса и комплекса многоплановых научных и научно-методических задач за последние 5 лет во ВНИИГМИ—МЦД совместно с рядом НИИ заложены основы построения автоматизированных систем первичной обработки текущей режимной гидрометеорологической информации на ПЭВМ. К настоящему времени созданы, прошли опытную эксплуатацию, приняты ведомственными комиссиями и внедрены с 1997 г. на всей сети УГМС и ЦГМС автоматизированные системы первичной обработки метеорологической информации со станций и постов, прибрежной гидрометеорологической информа-

ции, информации о гидрологическом режиме рек и каналов, океанографической информации. Главными особенностями этих систем является то, что они отечественного производства, вполне соответствуют зарубежным аналогам, а по многим параметрам их превосходят, постоянно совершенствуются и открыты для развития.

С помощью этих систем стало возможным не только получать режимно-справочные материалы, но и вести обслуживание потребителей уже в процессе обработки данных.

### Аэрологическая информация

Необходимость свести ручную обработку наблюдений на станциях к минимуму, передав основные операции по контролю и обработке материала вычислительным машинам, вызвала разработку новой механизированной системы сбора, обработки и накопления аэрологических данных в режимных целях. В 1950-е годы в НИИАКе начинает создаваться перфокартотека с данными аэрологических наблюдений. Создание перфокартотеки продолжалось вплоть до начала 1980-х годов. На перфокарты были занесены данные по 204 станциям СССР за период наблюдений с 1936 г. по май 1978 г. и создана зарубежная перфокартотека с данными по 568 станциям за период 1950—1981 гг.

В начале 1970-х годов на аэрологических станциях начали устанавливаться телетайпы и стала производиться перфорация аэрологических данных на телетайпную ленту сразу после отправки телеграммы по каналам связи, последовательно после каждого срока наблюдений. По истечении месяца перфоленга отправлялась почтой в территориальный ГМЦ для последующей обработки на ЭВМ и получения на бумажном носителе основной аэрологической таблицы ТАЭ-16А, являющейся аналогом заполняемой вручную таблицы ТАЭ-16М. Таблицы предназначались для постоянного хранения в Госфонде. Обработка данных в территориальных ГМЦ проводилась до июня 1978 г.

В 1978 г. начался новый этап в обработке текущей аэрологической информации. В САРВЦ (г. Ташкент) была разработана и внедрена в эксплуатацию автоматизированная система сбора, контроля, обработки и записи на технический носитель текущей

аэрологической информации, поступающей по каналам связи. С июля 1978 г. на аэрологических станциях было отменено ручное перфорирование и исключено дублирование потоков оперативной и режимной информации. Аэрологическая информация со станций СССР накапливалась для долговременного хранения на МЛ ЭВМ „Минск-32” с месячным отсечением. Магнитные ленты с данными высылались по почте ежемесячно во ВНИИГМИ—МЦД, в Госфонд, для постоянного хранения и обеспечения пользователей аэрологической информации.

С 1 февраля 1983 г. в САРВЦ стала функционировать аналогичная автоматизированная система сбора, обработки и накопления текущей аэрологической информации, поступающей по каналам связи, на МЛ ЕС ЭВМ, а с 1 марта 1984 г. стало производиться накопление всей текущей аэрологической информации, поступающей по каналам Глобальной системы телесвязи (ГСТ), в том числе и с зарубежных станций (всего около 800 станций). Накопление текущей аэрологической информации на МЛ ЕС ЭВМ в формате языка описания данных (ЯОД) позволило включить эту информацию в информационную базу РСБД „Аэрология”. Магнитные ленты с данными, как и раньше, высылались во ВНИИГМИ—МЦД.

После распада СССР в отделе аэрологии ВНИИГМИ—МЦД была разработана новая (российская) автоматизированная система сбора, обработки, контроля и накопления текущей аэрологической информации, поступающей по каналам связи. Система функционирует во ВНИИГМИ—МЦД с 1 января 1993 г. На выходе системы формируются проконтролированные архивы на МЛ и сообщения КЛИМАТ—ТЕМП. Сообщения КЛИМАТ—ТЕМП передаются по каналам связи. В системе реализован комплексный контроль данных, который включает вертикальный, гидростатический и горизонтальный (площадной) контроль. В результате комплексного контроля каждое значение величины сопровождается признаком качества, который характеризует достоверность этого значения по результатам сопоставления со значениями этой же и других величин в некоторой окрестности каждой точки наблюдения.

В 1996 г. во ВНИИГМИ—МЦД осуществлен поэтапный переход на технологию централизованной обработки на ПЭВМ текущей аэрологической информации, поступающей по каналам свя-

зи. Функционирующая в настоящее время во ВНИИГМИ—МЦД система на ПЭВМ полностью сохранила преемственность ранее использованной системы. Новая система проводит централизованную обработку всей аэрологической информации, поступающей по каналам связи с территориями стран СНГ и с глобальной сети станций, формирует проконтролированные архивы для пополнения ими Госфонда. Система также предусматривает получение в автоматическом режиме телеграмм КЛИМАТ—ТЕМП со станций и передачу их по каналам связи, получение таблиц ТАЭ-16, ежемесячников и других режимных материалов. Преимущества новой технологии обработки на ПЭВМ: надежность, экономичность, быстрота, исключение ручного переноса промежуточных массивов данных между ЭВМ.

### Гидрологическая информация

Начало решению проблемы автоматизации обработки данных гидрологических наблюдений в Гидрометслужбе СССР было положено в 1958 г. в ГГИ, где были разработаны в опытном порядке два макета перфокарт срочных и суточных данных гидрологических наблюдений на реках для обработки на СПМ. В 1964 г. в НИИАКе были созданы макеты перфокарт для массовых наблюдений на сети гидрологических постов, рассчитанные на ручную перфорацию данных за каждый срок наблюдений и единичных измерений, предварительно обработанных вручную. В 1965 г. в этом же институте были начаты экспериментальные работы по записи результатов гидрологических наблюдений на перфокарты способом графических отметок с дальнейшей обработкой на ЭЦВМ „Раздан-2”. Однако малый объем внешней памяти и несовершенство печатающего устройства не позволили перейти от эксперимента к практическому внедрению разработок. Не доведены были до практического использования и проводимые в НИИАКе разработки автоматизированной системы обработки данных гидрологических наблюдений на ЭВМ „Минск-32”.

В 1960-х годах работы по автоматизации обработки информации о качестве поверхностных вод на ЭВМ „Минск-22” велись в ГХИ, но широкого использования их результаты тоже не получили.

В 1972 г. разработка автоматизированной системы сбора, обработки, хранения и распространения гидрологической информации о режиме рек велась в основном во ВНИИГМИ—МЦД сотрудниками лаборатории водного кадастра (1972—1977 гг.) и Центра данных государственного учета вод (1978—1996 гг.). Вначале, в 1970-х годах, была разработана и внедрена на гидрологической сети и в вычислительных центрах Гидрометслужбы СССР автоматизированная система первичной обработки, накопления и хранения данных государственного учета вод на базе ЭВМ „Минск-32”. В результате ее функционирования началось создание базы данных гидрологических наблюдений Госфонда и было автоматизировано получение отдельных таблиц „Гидрологического ежегодника” по режиму рек.

В 1980-х годах была разработана и внедрена первая очередь автоматизированной информационной системы Государственного водного кадастра (ГВК) по разделу „Реки и каналы” (АИС ГВК „Реки и каналы”) на базе ЕС ЭВМ. Эта система позволила автоматизировать первичную обработку и поступление в Госфонд всех видов данных гидрологических наблюдений с 7000 речных постов Гидрометслужбы и многих постов других ведомств в объеме более 4 байтов и автоматизировать получение справочников ГВК серии „Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши” по режиму рек и каналов. Обработка гидрологической информации велась в 13 вычислительных центрах.

Одновременно с созданием системы первичной обработки и получения материалов ГВК при разработке первой очереди АИС ГВК ВНИИГМИ—МЦД с участием всех УГМС обеспечил подготовку и занесение на ТН ЕС ЭВМ основных гидрологических характеристик по режиму рек более чем 17 000 пунктов (с начала наблюдений до закрытия постов).

Одновременно с ВНИИГМИ—МЦД в рамках АИС ГВК „Поверхностные воды” автоматизацией обработки гидрологических данных на ЕС ЭВМ в 1970—1980-х годах занимались специалисты ГГИ, которые разработали подсистему „Озера и водохранилища”, функционировавшую на технических средствах вычислительного центра ГГИ.

С начала 1990-х годов во ВНИИГМИ—МЦД, ГГИ и ГХИ ведутся разработки по усовершенствованию АИС ГВК „Поверхностные воды” с использованием ПЭВМ. ВНИИГМИ—МЦД и ГГИ

разработали и передали в производственную эксплуатацию сетевым подразделениям Росгидромета комплекс программ „Автоматизированное рабочее место гидролога“, обеспечивающих ввод, обработку, контроль и накопление данных гидрологических наблюдений за водным и ледово-термическим режимом рек, получение соответствующих ежегодных материалов ГВК, включая автоматизированное вычисление ежедневных расходов воды, расчеты при оптимизации измерений расходов воды. При наличии ПЭВМ все эти самые трудоемкие вычисления могут производиться непосредственно на гидрологических станциях, где они выполнялись вручную. Во ВНИИГМИ—МЦД ведутся также разработки по автоматизации сбора и обработки данных наблюдений за снежным покровом и осадками в горах, по ведению кадастра снежно-ледниковых ресурсов и банков данных АИС ГВК „Реки и каналы“, „Ледники“, „Снежный покров в горах“.

Главным вычислительным центром Росгидромета совместно с Верхне-Волжским УГМС разрабатывается система сбора, обработки и распространения оперативной гидрологической информации на базе ПЭВМ.

### **Океанографическая информация**

В 1964 г. постановлением Правительства было положено начало созданию централизованной системы накопления данных экспедиционных исследований Мирового океана. Постановлением предусматривалась передача материалов океанографических наблюдений всех научно-исследовательских судов (НИС) в Центр океанографических данных (ЦОД) Главного управления гидрологической службы (г. Обнинск) для их регистрации, накопления и долговременного хранения. Одновременно были начаты работы по автоматизации сбора и обработки океанографических данных.

К середине 1970-х годов материалы всех накопленных к этому времени и занесенных на ТН наблюдений отечественных и зарубежных НИС были систематизированы и подготовлены для анализа климатической изменчивости гидрологических условий Мирового океана.



Параллельно с работами по автоматизации обработки данных океанографических наблюдений НИС интенсивно развивалось применение ЭВМ для работ с другими видами данных по морской среде. Были разработаны макеты перфокарт для систематизации различных видов океанографических данных. В середине 1960-х годов в ЦОД были начаты работы по систематическому занесению результатов океанографических наблюдений на перфокарты. При этом были созданы схемы контроля качества данных и их статистической обработки с помощью механических вычислительных устройств аналоговых машин и ЭВМ первого поколения. В 1970 г. была введена в работу одна из первых технологий автоматизированного получения таблиц данных прибрежных наблюдений ТГМ-1, -2, -7, -8 и других с применением перфокарт. Недостатком этой технологии было отсутствие конечного этапа записи данных на ТН для долговременного их хранения. Этот недостаток был устранен в 1978 г.

В проекте ТРОПЭКС-72/74 было положено начало массовой оперативной обработке морской аэрометеорологической и океанографической информации средствами ЭВМ. В эксперименте АТЭП (1974 г.) впервые данные наблюдений различных стран были занесены на МЛ в едином формате и проконтролированы по согласованным алгоритмам. Для этого был составлен план управления данными, по образцу которого в последующем аналогичные документы разрабатывались для всех крупных проектов, связанных с накоплением и обработкой океанографических данных.

Методология и процедуры управления данными были обобщены в виде „Макета научно-технического отчета о рейсе НИС“, распространенного для использования в 1976 г. Второе издание макета в виде „Руководства по составлению научно-технического отчета об экспедиционных исследованиях океана“ было предпринято в 1986 г. Эти работы заложили методическую основу формирования комплексного междисциплинарного массива океанографических данных в унифицированной информационно-лингвистической среде.

В 1980-х годах на большинстве крупных НИС были организованы вычислительные центры, что предопределило выполнение операций по первичной обработке, занесению данных на МЛ и их анализу с применением бортовых ЭВМ непосредственно в ходе экспедиции. Внедрение таких технологий более чем на 30 НИС

различных ведомств позволило сократить сроки доступа к данным до 1—3 месяцев после окончания рейса вместо 6—8 месяцев по старым технологиям и уменьшить трудоемкость экспедиционных наблюдений за счет оптимального планирования и управления в ходе проведения экспедиции.

С этого времени организационно-технологическая схема сбора и первичной обработки данных стала различной для крупных и средних судов, оборудованных ЭВМ, и судов малого тоннажа. От крупных и средних судов указанные выше ведомственные центры получают материалы наблюдений на ТН в согласованных форматах. Обработка данных экспедиционных исследований с малых судов осуществляется, как и ранее, в центрах данных с применением специализированных технологий управления данными.

В 1986 г. в соответствии с заданием межведомственной комплексной программы „Мировой океан” начались работы по созданию единой государственной автоматизированной системы сбора, хранения, обработки и доведения до пользователей океанографической информации (ГАСОИ) с целью повышения качества, полноты и оперативности предоставления материалов океанографических наблюдений и созданной на их основе информационной продукции органам государственного управления, вооруженных сил, учреждениям и предприятиям страны. Важным элементом автоматизации обработки океанографических данных в системе ГАСОИ явилось создание и введение в действие в ведомственных центрах новой организационно-технологической структуры — РСБД.

В течение 1991—1995 гг. осуществлялся перевод всех процедур обработки океанографических данных на современные ПЭВМ. К настоящему времени в ЦОД в основном завершена разработка программного обеспечения для формирования, ведения и обработки океанографических данных на ПЭВМ.

Дальнейшее развитие автоматизации обработки океанографических данных планируется осуществлять в ходе выполнения работ по созданию единой Системы информации об обстановке в Мировом океане в рамках Федеральной целевой программы „Мировой океан”, которая принята Правительством Российской Федерации в июле 1998 г. В качестве концепции построения этой системы выдвинут подход интегрированного управления данными.

## Справочные материалы

Наличие „памяти” на ТН для ввода в ЭВМ ускорило подготовку справочных изданий нового типа по климату, гидрологическому режиму рек и морей, которые содержат не только высококачественные первичные данные наблюдений, но и обобщенные характеристики, получаемые по сложным алгоритмам.

Наибольшее значение для потребителей гидрометеорологических данных представляют материалы, состоящие из полных первичных ежедневных, декадных и месячных данных наблюдений, полученных с достаточно густой сети станций с количественной оценкой их репрезентативности.

Периодическая публикация этих материалов и постоянное их хранение на ТН создали базу для последующих статистических разработок и обобщенных справочных материалов. Эти материалы, составленные с учетом закономерностей формирования и изменения параметров гидрометеорологического режима, дают вероятностную и прогностическую оценку гидрометеорологических условий на различных территориях.

Исходя из принципов получения справочных материалов в процессе автоматизированной системы сбора, обработки и накопления гидрометеорологических данных, во ВНИИГМИ—МЦД было выпущено большое количество режимно-справочных материалов (ежемесячников, ежегодников) и ряд крупных справочных пособий по различным дисциплинам гидрометеорологии.

### Заключение

В работе по созданию и развитию автоматизированной системы сбора, обработки и накопления режимной гидрометеорологической информации принимали участие специалисты и ученые многих научных учреждений и организаций Гидрометслужбы. Естественно, перечислить их всех не представляется возможным, однако следует упомянуть тех, кто на первых этапах проделал большую организационно-методическую и научную работу. Поскольку она была возложена на НИИАК, а затем ВНИИГМИ—МЦД, то и наибольший вклад в нее внесли сотрудники этих учреждений, среди них Н. К. Клюкин, В. В. Филип-

пов, С. А. Сапожникова, И. Г. Гутерман, И. В. Ханевская, О. Б. Мерцалова, А. С. Каганский, Б. Г. Бирман, Д. Я. Григорьев и др. (НИИАК), А. И. Неушкин, Ю. А. Беляев, Д. М. Филиппов, М. З. Шаймарданов, Л. Н. Аристова, С. Д. Гатич и др. (ВНИИГМИ—МЦД). К середине 1970-х годов к этой работе подключились Г. В. Груза, В. И. Ламанов, В. А. Семенов и ряд молодых специалистов — Р. Г. Рейтенбах, Н. П. Ковалев, В. В. Пуголовкин, Ю. Ф. Сычев, Н. Н. Михайлов, Н. Н. Цымбалов, Е. Д. Вязилов, А. А. Воронцов и др.

В настоящее время работы по этой важной проблеме успешно продолжаются, несмотря на финансово-экономические трудности последних лет.

## ИЗУЧЕНИЕ АРКТИКИ И АНТАРКТИКИ

### Арктика

Создание системы гидрометеорологических наблюдений в Арктике, развитие научно-исследовательских работ и использование научных результатов в практике хозяйственного освоения Северного морского пути в послевоенный период являются прямым продолжением мероприятий, начатых в 1930-е годы. Именно в эти годы были сформулированы основные направления изучения Северной полярной области, опробованы методы и средства их реализации, подготовлены кадры, которые могли бы обеспечить успех дела. Не удивительно поэтому, что возобновившиеся прерванные войной исследования увенчались быстрым прогрессом научных знаний об Арктике. Принимая во внимание, что послевоенные исследования Арктического института являются логическим продолжением работ предшествующего периода и могут быть правильно поняты лишь в контексте общего развития событий в Арктике, целесообразно дать краткий обзор последних.

Два события на пороге четвертого десятилетия XX в. послужили мощным толчком к исследованию Арктики и ускорению ее хозяйственного освоения. Первое из этих событий — подготовка и проведение Второго международного полярного года (1932—1933 гг.), когда СССР принял обязательства открыть в зоне своей ответственности на побережье и островах Северного Ледовитого океана ряд наблюдательных станций и развернуть экспедиционные исследования на пространстве от Баренцева до Чукотского моря. И второе — успешное плавание экспедиции Всесоюзного арктического института на ледокольном пароходе „Сибиряков” вокруг Северной Земли и далее вдоль побережья Сибири до Берингова пролива в навигацию 1932 г., послужившее решающим аргументом для принятия Постановления СНК СССР от 20 декабря 1932 г. об организации Главного управления Северного морского пути (Главсевморпути). Начальником Главсевморпути был назначен академик О. Ю. Шмидт, его заместителями — Г. А. Ушаков и С. С. Иоффе. Решение задач научного характера в этом Постановлении, в основном ориентированных на

нужды и запросы арктического мореплавания и быстрее освоение морского пути вдоль побережья Сибири, возлагалось на Всесоюзный арктический институт, который передавался из ЦИК СССР в ведение нового главка. В круг первоочередных научных задач входили: детальное изучение арктических морей в физико-географическом отношении, в особенности их ледового режима и факторов, которые его определяют; разработка на этой основе долгосрочных прогнозов состояния льда для планирования навигации по Северному морскому пути (СМП); организация ледовой авиаразведки и обустройство СМП в навигационном отношении. Никогда ранее к решению народнохозяйственной проблемы такой важности и такого масштаба не привлекались такие огромные научные силы. Это было связано с исключительно суровыми природными условиями Арктики, которые ограничивали возможность хозяйственной деятельности и самой жизни человека в полярных районах. Выявить эти возможности, изучить их и научиться использовать для нужд арктического мореплавания — такая задача не могла быть успешно решена без широкого участия науки.

Организация и выполнение этих работ потребовали огромных усилий. Поэтому уже в первые годы работы нового главка одновременно с осуществлением плаваний по Северному морскому пути начали выполняться в невиданных ранее масштабах съемки береговой черты, промеры морских глубин, изучение физического и химического состояния вод, морских течений, приливов, метеорологических и ледовых условий, магнитного поля и т. п. В Главсевморпути передавалась существовавшая в Арктике и на севере страны сеть метеорологических станций. Так как этих станций было недостаточно для обеспечения безопасного мореплавания по всему СМП, то началось расширение сети с таким расчетом, чтобы к концу второй пятилетки довести число полярных станций до 89. До организации в рамках Главсевморпути специального управления строительство полярных станций, их обеспечение, подбор и обучение персонала осуществлял Арктический институт.

И планы эти успешно выполнялись. Если в 1931 г. в пределах Российской Арктики наблюдения проводили 17 полярных станций, то к 1942 г. их число возросло до 75. Из этих станций 32 работали на побережье и островах Баренцева и Карского морей,

16 — в море Лаптевых, 14 — в Восточно-Сибирском море и 13 станций — в Чукотском море и Беринговом проливе. На всех береговых и островных станциях велись метеорологические, прибрежные ледовые и гидрологические наблюдения, наблюдения за колебаниями уровня моря. На 15 станциях производились запуски радиозондов (за одну зимовку 1940/41 г. их было выпущено более 1900), на 6 проводились актинометрические и магнитные наблюдения и на 2 — ионосферные. Часть из этих станций располагалась в удаленных и труднодоступных районах, в частности, на островах Шпицбергена, Земли Франца-Иосифа, Северной Земли, Новосибирских островах, островах Де-Лонга и Врангеля. Эти вновь построенные станции становились опорными пунктами для проведения разнообразных научно-исследовательских работ. Большой размах в эти годы получили полевые исследования по геологии, геоморфологии, геоботанике, морской биологии, океанографии, геофизике, метеорологии, гидрографии, гидрологии суши, географии и ряду других научных дисциплин. Достаточно сказать, что только Арктический институт в период между 1920-ми и 1940-ми годами осуществил на пространстве от Кольского полуострова до мыса Дежнева свыше 175 морских и сухопутных экспедиций, 85 % которых приходится на 1933—1940-е годы. В их числе такие всемирно известные экспедиции, как экспедиции на „Сибирякове“, экспедиционном судне ГОИН „Н. Книпович“ (1932 г., экспедиция ГОИН), ледокольных пароходах „Челюскин“ (1933—1934 гг.), „Садко“ (1935, 1936, 1937 гг.), „Г. Седов“ (1937—1940 гг.) и на дрейфующей станции „Северный полюс“ (1937—1938 гг.). О динамике морских исследований в предвоенные годы можно судить по следующим данным: если в течение 1878—1917 гг. в Карском море было выполнено всего 160 глубоководных станций, то в 1918—1932 гг. — уже 674, а в 1933—1943 гг. — 3433. В море Лаптевых за период с 1919 по 1932 г. было сделано 48 таких станций, а с 1933 по 1943 г. — 956. В наименее изученном Восточно-Сибирском море за весь период наблюдений до 1932 г. включительно были выполнены 123 глубоководные станции, а с 1933 по 1943 г. их число достигло 555. В Чукотском море в 1826—1932 гг. число выполненных глубоководных станций составило 118, а в 1933—1943 гг. — 1601. Вместе с тем в течение 1933—1943 гг. в арктических морях было выполнено 955 циклов

ежечасных 15- и 30-суточных наблюдений за колебаниями уровня моря, произведено около 108 тыс. измерений течений, выпущено 1200 дрейфующих буев и 700 бутылок. Результаты исследований по морской тематике публиковались в сборниках „Советская Арктика“, „Проблемы Арктики“, в „Материалах по изучению Арктики“, „Трудах Арктического института“, „Бюллетенях Арктического института“ и многочисленных монографиях, каталогах и ежегодниках. Общее число публикаций по этой тематике к 1943 г. достигло 150 единиц.

В навигацию 1936 г. приступили к работе экспедиции Ледового патруля, в задачу которых входило слежение за положением кромки дрейфующих льдов, выполнение океанографических и метеорологических наблюдений в открытом море. В августе—сентябре 1936 г. первая такая экспедиция работала в юго-западной части Карского моря на зверобойном боте „Нерпа“ под руководством К. А. Гомоюнова. В июне—октябре следующего, 1937 г., экспедиция патрулировала кромку льдов в Гренландском и Карском морях. В июле—сентябре 1938 г. эти работы были перенесены в северо-восточную часть Карского моря и в пролив Вилькицкого. В навигацию 1940 г. шхуна „Смольный“ приступила к работе по программе Ледового патруля на восточном участке СМП (Чукотское море). Систематические исследования по этой программе в морях Лаптевых и Восточно-Сибирском начались несколько позже. Три экспедиционных судна ежегодно в навигационный период осуществляли по 2—4 океанографические съемки по всему СМП. Данные Патрулей направлялись в научно-оперативные группы при штабах морских операций, где использовались при разработке прогнозов и навигационных рекомендаций.

Морские льды — главное препятствие для мореплавания в Арктике. Поэтому наблюдению за льдами, изучению их режима придавалось первостепенное значение еще в 1920-е годы при обеспечении плавания судов в устьях Оби и Енисея. Первоначально ледовые наблюдения проводились с береговых станций и судов попутно с выполнением ими своих основных функций. Эти наблюдения не могли даже в малой степени удовлетворить нужды мореплавания. Привлечение авиации, снимавшей ограничения, присущие судовым и прибрежным наблюдениям, и открывавшей широкие возможности для наблюдения за льдами в открытом



море, было лишь вопросом времени. В 1932 г. основным источником сведений о сложившихся ледовых условиях на СМП все еще оставались суда, плавающие в Арктике. Эти сведения носили отрывочный характер и не давали сколько-нибудь полной картины распределения льда на пути следования транспортных судов и ледоколов. Чтобы дать импульс широкому использованию авиации для освещения обстановки в открытом море, в 1933 г. при Главсевморпути было образовано Управление воздушной службы (впоследствии Управление полярной авиации). К этому времени был накоплен некоторый опыт полетов в море для разведки морских льдов. В 1936 г. мореплавание по СМП обеспечивали уже 10 самолетов, при этом ледовую разведку выполняли сами члены экипажа — летчик или штурман. Лишь в самом конце 1930-х годов в связи с возросшими требованиями к качеству авиаразведки льдов к этой работе стали привлекаться подготовленные наблюдатели. С этого времени самолет становится основным средством сбора ледовой информации. На профессиональную основу ставятся также разработка способов количественной оценки характеристик ледяного покрова, картирование результатов авиаразведки и их практическое использование. Пришло осознание и того факта, что решение чисто утилитарных задач только по проводке во льдах транспортных судов и ледоколов крайне ограничивает использование результатов авиаразведок в научном отношении. Это привело к признанию необходимости регулярных авианаблюдений по всему Северному морскому пути и не только в летний период. Уже в 1939 г. была выполнена первая преднавигационная разведка морских льдов по всем арктическим морям. Так в течение одного десятилетия был осуществлен переход от эпизодических наблюдений морских льдов в отдельных пунктах к их регулярной площадной съемке по всей акватории арктических морей.

В конце 1930-х годов, когда проблема „информационного голода” о текущей гидрометеорологической обстановке в арктических морях в первом приближении была решена, остро встал вопрос об эффективном использовании этой информации для нужд флота и в прогностических целях. В 1934 г. при Главсевморпути было создано Междуведомственное бюро ледовых прогнозов. В его состав, помимо О. Ю. Шмидта (председатель), вошли Б. П. Мультиановский, В. Ю. Визе, Н. Н. Зубов, Л. Ф. Рудовиц,

В. В. Шулейкин. Ученым секретарем был приглашен С. Д. Лаппо. В состав бюро прогнозов вошли представители флота, Гидрографического управления, Главной геофизической обсерватории, авиации. Бюро должно было в начале декабря представлять предварительный ледовый прогноз, в марте — основной прогноз, в мае — уточненный. Первый ледовый прогноз на предстоящую навигацию 1935 г. был представлен Н. Н. Зубовым. Однако этих мер все же оказалось недостаточно. Среди причин крайне неудачной навигации 1937 г., закончившейся зимовкой в Арктике нескольких десятков транспортных судов и ледоколов, называлось и слабое научное обеспечение мореплавания. Чтобы исправить положение, в августе 1938 г. Правительство СССР принимает решение об изменении структуры Главсевморпути и организации навигаций. Функции, не свойственные Главсевморпути, были переданы в другие ведомства. Его основные усилия отныне направлялись на превращение Северного морского пути в нормально действующую транспортную магистраль. Изменения затронули и Арктический институт, который до этого выполнял исследования по всему кругу научных дисциплин по арктическому региону. Теперь он стал называться Арктическим научно-исследовательским институтом Главсевморпути, главными задачами которого стали изучение гидрометеорологического режима арктических морей и разработка методов ледовых прогнозов. Вместо Междуведомственного бюро ледовых прогнозов в Москве в Арктическом институте был открыт отдел ледовой службы, который занимался сбором, обобщением знаний о морских льдах и разработкой методов ледовых прогнозов, в том числе долгосрочных. При штабах морских операций в западном, центральном и восточном районах СМП стали работать группы специалистов по морской гидрологии и синоптике. На основе текущей, исторической и прогностической гидрометеоинформации они совместно с моряками разрабатывали навигационные рекомендации по зонам своей ответственности и осуществляли проводку транспортных судов и ледоколов. Принятые меры оказались своевременными, эффективными и сыграли важную роль в организации научно-оперативного обеспечения морских операций на СМП в военные годы и в послевоенный период.

Предвоенный период завершился тремя выдающимися экспедициями, проведенными в самом „сердце“ Северного Ледовитого

океана и оказавшими сильное, можно сказать определяющее, влияние на всю последующую стратегию исследований в Арктике. Это дрейфующая станция „Северный полюс” (начальник И. Д. Папанин), экспедиция на полюс относительной недоступности на самолете „СССР Н-169” (командир И. И. Черевичный, начальник экспедиции Я. С. Либин) в 1941 г. и экспедиция на ледокольном пароходе „Г. Седов” (капитан К. С. Бадигин). Значение двух первых экспедиций (инициаторами их были О. Ю. Шмидт и В. Ю. Визе) состояло не только в том, что были получены ценные научные результаты, но и в том, что они были получены новым способом. Ранее недоступное для исследований околополюсное пространство было покорено с помощью авиации. Долгое время считалось, что посадка самолетов на неподготовленные ледяные поля, тем более тяжелых самолетов, невозможна из-за сильной неровности их поверхности, наличия ропаков и торосов. Успешный опыт посадок во время челюскинской эпопеи (1934 г.) и эвакуации людей с судов, застрявших во льдах на севере моря Лаптевых (1938 г.), мужество и мастерство полярных летчиков позволяли надеяться на возможность таких посадок и в центре Арктики.

Необходимость исследований центральной части Северного Ледовитого океана становилась все более очевидной по мере того, как накапливались знания об окраинных морях. Эти моря широко открыты в Арктический бассейн и подвержены его влиянию. Выяснение этого влияния на гидрометеорологические процессы на СМП становится первоочередной задачей полярной науки. Центральная Арктика была слабо изучена и в чисто географическом отношении. Ее западная часть, лежащая к северу от Гренландии, Канадского Арктического архипелага и Аляски до географического полюса, вообще была не исследована. Изучение мелких географических объектов на самой окраине океана с их закономерностями не позволяло получить полное представление об Арктическом бассейне.

Успешное завершение высокоширотных экспедиций, новизна и значимость полученных результатов давали надежду на скорое продолжение работ на дрейфующих станциях и на выполнение съемок с помощью самолетов-лабораторий. Однако началась Великая Отечественная война, и надеждам не суждено было осуществиться. Финансовые и материальные ресурсы теперь на-

правлялись на поддержание наблюдательной сети, производство ледовых авиаразведок, обеспечение нужд военно-морского флота и транспортных перевозок по СМП. Военные действия распространились на Баренцево и Карское моря. Немецкие подводные лодки и надводные корабли топили суда, разрушали полярные станции. Летом 1941 г. подверглась нападению и была разрушена полярная станция Малые Кармакулы (Новая Земля), подверглись обстрелу порт и полярная станция на острове Диксон. В навигацию 1943 г. подводными лодками противника были разрушены станции на острове Правды и в заливе Благополучия, а летом 1944 г. — на мысе Стерлегова. Полярные станции на мысе Желания (Новая Земля) и в бухте Тихой (Земля Франца-Иосифа) были закрыты из-за невозможности их снабжения. Несмотря на это, вывести из строя метеорологическую сеть, прервать транспортные перевозки на западном участке СМП немцам так и не удалось. Напротив, в годы войны были открыты 9 новых станций. Среди них станции на мысе Медвежьем в проливе Санникова, острове Андрея, озере Таймыр, острове Малый Таймыр. Большую работу за годы войны провела ледовая авиаразведка. В 1941—1945 гг. было выполнено 173 облета арктических морей и 469 навигационных ледовых авиаразведок, сопровождаемых проводкой отдельных судов и караванов. Напряженную работу провели научно-оперативные группы Арктического института в штабах морских операций на западе, в центре и на востоке Северного морского пути. Не прекращали свою работу и научные сотрудники Арктического института, эвакуированного из блокадного Ленинграда в Красноярск. Они разрабатывали новые методы прогнозов погоды и ледовой обстановки, навигационные пособия и справочники, выполняли научно-исследовательские работы. В 1944 г. вышла из печати книга В. Ю. Визе „Основы долгосрочных ледовых прогнозов для арктических морей”, обобщившая опыт прогнозирования ледовых условий в Арктике. Накануне войны увидела свет его монография „Климат морей Советской Арктики” (1940 г.), а также коллективный капитальный труд „Климат Советского сектора Арктики”. К этому времени относится и публикация книги Н. Н. Зубова „Льды Арктики”.

В середине 1940-х годов в связи с широким использованием авиации для ледовой разведки патрулирование судами внешней границы льдов стало неактуальным. С этого времени главными

задачами этих экспедиций становятся океанографические съемки, метеорологические наблюдения в открытом море, наблюдения за волнением, цветом и прозрачностью морской воды, изменение морских течений. Собранные ими многочисленные и разнообразные материалы за более чем 40-летний период явились надежным фундаментом для исследований гидрологического режима арктических вод. Общее число глубоководных гидрологических станций, выполненных в арктических водах Ледовыми патрулями, составляет более 5700. Этот обширный фактический материал о физико-химических характеристиках вод в навигационный период нашел широкое применение при подготовке очерков для лоций арктических морей, пособий, атласов, монографий и статей. Кроме того, Ледовые патрули были хорошей школой для практической подготовки молодых специалистов, составлявших, как правило, основу наблюдательского состава этих экспедиций. К сожалению, в начале 1980-х годов экспедиции Ледового патруля прекратили свою работу, и регулярные наблюдения в морях в летний период, данные которых очень важны для изучения климата океана, более уже не проводились.

### **Экспедиционные исследования в послевоенный период**

После окончания Великой Отечественной войны изучение Арктики в гидрометеорологическом отношении получило дальнейшее развитие. Первые научные результаты, полученные еще в 1930-е годы, были востребованы и основные направления гидрометеорологических исследований были продолжены в новых условиях. В структуре Арктического института появляются отдел ледовых прогнозов, прогнозов погоды, ледоисследовательская лаборатория, морской отдел. Вместе с тем возобновляются работы по геологии, геоморфологии морского дна, географии, истории исследования. Институт вновь становится научным учреждением, проводящим комплексные исследования. Была расширена, укреплена и оснащена новыми приборами наблюдательная стационарная сеть на побережье Северного Ледовитого океана и на арктических островах. В 1957 г. работали уже 103 полярные станции, 23 из которых, в дополнение к обычной программе, вели аэрологические наблюдения (с 1948 г. эти стан-

ции перешли на регулярный выпуск двух радиозондов в сутки) и 15 — актинометрические наблюдения. Непрерывно увеличивался объем выполняемых наблюдений. Об этом можно судить хотя бы по числу выпущенных радиозондов. Если в период 1943—1948 гг. число запусков составило 5433, то в 1948—1952 гг. — 27 880, а в 1953—1957 гг. — уже 58 288.

В настоящее время арктическая наблюдательная сеть состоит из 53 станций, что в 2 раза меньше, чем в 1980-е годы. На 12 из этих станций проводятся аэрологические наблюдения, на 6 — геофизические, на 9 — наблюдения за актинометрическими величинами.

В связи с расширением институтом работ в Центральной Арктике в 1953 г. по инициативе Главсевморпути на острове Диксон, в бухте Тикси, в Певеке и Баренцбурге (Шпицберген) были открыты научно-исследовательские обсерватории. Расположенные на побережье и островах Северного Ледовитого океана, эти обсерватории осуществляли методическое руководство наблюдениями на полярных станциях, научно-оперативное обеспечение мореплавания на СМП, участвовали в работах экспедиций Ледового патруля, в ледовой авиаразведке, а также вели научно-исследовательскую работу по своим регионам. В 1955 г. обсерватории вошли в состав Арктического научно-исследовательского института. Укомплектованные в основном молодыми специалистами, обсерватории послужили для них хорошей школой организации и постановки наблюдений в полевых условиях, анализа и обобщения полученных данных, участия в научной тематике. Многие из этих специалистов в дальнейшем продолжили работу в Арктическом институте и других научно-исследовательских учреждениях страны и добились заметных успехов. В середине 1960-х годов все арктические научно-исследовательские обсерватории были переданы в состав территориальных управлений Гидрометслужбы. В 1972 г. был открыт Мурманский филиал института с целью усиления исследовательских работ на акваториях Норвежского, Гренландского и Баренцева морей и более полного обеспечения народнохозяйственных организаций страны гидрометеорологической информацией по этому региону.

На регулярной основе стала проводиться авиационная разведка состояния льдов в навигационный (июнь—октябрь), преднавигационный (март—май) и посленавигационный периоды. В

самом начале октября 1945 г. на двухмоторном самолете „Н-331” (командир М. А. Титлов, научный работник М. М. Сомов) была выполнена авиаразведка по маршруту мыс Челюскин—Северный полюс—Чокурдах (низовье р. Индигирки). В полете без посадки в течение 15,5 часа впервые были собраны сведения о состоянии льдов в Центральной Арктике в осеннее время. За пять послевоенных лет (1946—1950 гг.) сотрудниками Арктического института было выполнено 1697 авиаразведок льдов, а за 1951—1959 гг. — 5749. Это обеспечивало нужды развивающегося арктического мореплавания. Вместе с тем авиаразведки выполняли мониторинг распределения и состояния льдов от Баренцева до Чукотского моря, материалы которого использовались для исследования ледового режима. Временные рамки наблюдений постепенно раздвигались и вскоре достигли 3/4 года (с марта по октябрь). Совершенствовалась методика ледовых наблюдений, система условных обозначений для ледовых карт, расширялась номенклатура наблюдаемых ледовых характеристик. Большой вклад в развитие авиационной ледовой разведки на этапе ее становления внесли летчики полярной авиации. В 1962 г. вышло в свет „Руководство по производству ледовой авиационной разведки”, в котором закреплялся накопленный опыт ее организации и проведения.

В 1960—1970-е годы произошли серьезные изменения как в организации ледовой разведки, так и в средствах и методах ледовых наблюдений. В практику ледовой авиаразведки внедрялись новое оборудование и приборы. Все более широкое применение находят дистанционные методы наблюдений (радиолокационная станция бокового обзора — РЛС БО, ИК-аппаратура, РЛС „Лед”) и ИСЗ. Обычными становятся плавания в Дудинку и на Ямал в условиях полярной ночи. Это заметно осложнило производство ледовых разведок. С учетом всех этих и некоторых других изменений потребовалась переработка „Руководства”. Это было сделано в 1981 г. С целью унификации ледовых наблюдений во всем мире была принята и опубликована новая „Номенклатура морских льдов”.

Однако в конце 1980-х годов начался закат визуальной ледовой разведки. Парк самолетов старел, нового пополнения не поступало. Это привело к сокращению, а затем и полному прекращению полетов. Наступили новые времена — ИСЗ становятся

главным средством наблюдений за распределением и состоянием морских льдов в Арктике.

Ледовая авиаразведка сыграла выдающуюся роль в изучении и освоении Северного морского пути, в организации рационального мореплавания в ледовитых водах, в исследовании ледяного покрова. Достаточно сказать, что собранные на регулярной основе сведения о распределении и состоянии полярных льдов послужили ценнейшим научным материалом для изучения ледового режима, динамики природной среды (в сезонном цикле, от года к году, от эпохи к эпохе) и разработки методов ледовых прогнозов.

В 1946 г. состоялась Восточная высокоширотная экспедиция на ледоколе „Северный полюс” под руководством И. В. Максимова. В соответствии с планом работ экспедиция должна была выйти из Владивостока, войти в Чукотское море, по меридиану 170° з.д. подняться до материкового склона и далее двигаться вдоль него на запад, проводя научные исследования. Восточная экспедиция должна была продолжить исследования по изучению природных условий и условий плавания по высокоширотной трассе СМП, начатые в середине 1930-х годов на ледокольном пароходе „Садко”. Предложение о плавании по этой трассе (севернее Шпицбергена, Земли Франца-Иосифа, Северной Земли, Новосибирских островов и острова Врангеля) исходило от капитана экспедиционного судна „Н. Книпович” С. В. Попова. После успешных плаваний 1932 г. он направил в Правительство СССР „Записку об использовании северного варианта Северо-восточного прохода”. Речь шла, в сущности говоря, о реанимации так называемой теории открытого полярного моря, казалось бы, окончательно отвергнутой после многочисленных полярных экспедиций XVIII и XIX вв. В Записке обосновывалось мнение, что ледовые условия за северными границами окраинных морей должны быть более благоприятными для плавания, чем вдоль берегов Сибири. Совнарком поручил Главсевморпути срочно разработать программу экспедиции для обследования высокоширотного варианта Северного морского пути. На расширенном совещании сотрудников Арктического института и Гидрографического управления Главсевморпути летом 1933 г. по вопросу высокоширотного плавания было принято решение о необходимости выполнения научных исследований в районах предполагаемой трассы, прежде чем выносить решение о целесообразности ее использова-



ния. С этой целью в 1935—1937 гг. были предприняты плавания по западному участку предполагаемой высокоширотной трассы на „Садко”. Хотя сама идея о высокоширотной трассе как основной для плавания по Северо-восточному проходу оказалась несостоятельной, научные результаты экспедиции на „Садко” были весьма впечатляющими. Особенно успешным в научном отношении был рейс 1935 г. (начальник экспедиции Г. А. Ушаков, капитан Н. М. Николаев). Экспедиция на „Садко”, с очень сильным научным составом из разных научных учреждений страны, выполнила широкий комплекс наблюдений по океанологии, морской биологии, астрономии, геологии, гидрографии, геофизике на северных границах Гренландского, Баренцева и Карского морей с Арктическим бассейном. Экспедиция обогнула с севера Шпицберген, на севере Карского моря открыла остров Ушакова и достигла  $82^{\circ} 41'$  с.ш. в северо-восточной части этого моря. Выполненная здесь гидрологическая станция показала глубину 2365 м, т. е. судно находилось за пределами материковой отмели. Важными результатами экспедиции явились уточнение глубин северной части Карского моря, открытие в материковой отмели глубоководных желобов, по которым теплая атлантическая вода из Арктического бассейна проникает в море. Наблюдения на 107 станциях в малоизученных районах Гренландского и Карского морей существенно дополнили знания об особенностях их гидрологического режима.

Вторая экспедиция на „Садко” состоялась в следующем году. В программу работ этой экспедиции входило исследование северной части моря Лаптевых, в особенности материковой отмели в районе Новосибирского архипелага, представлявшей большой интерес в геологическом отношении. К сожалению, экспедиция была прервана — судно было направлено на проводку транспортных судов. Работы возобновились в 1937 г. „Садко” вышел из Архангельска 26 июля и проливом Вилькицкого проследовал в море Лаптевых, где экспедиция приступила к выполнению основной части программы научных наблюдений. Измерения на глубоководных станциях, расположенных на северной окраине материковой отмели, зафиксировали под холодным верхним слоем воды атлантического происхождения с температурой выше  $0^{\circ}\text{C}$  (на горизонте 300 м температура воды достигала  $1,35^{\circ}\text{C}$ ). Большие работы были выполнены по морской биологии и геоло-

гии. При плавании и промере глубин на материковой отмели к северу от Новосибирских островов не было обнаружено каких-либо признаков Земли Санникова, легенда о которой в течение многих лет будоражила умы полярных исследователей.

Экспедиция 1946 г. на ледоколе „Северный полюс” имела широкую научную программу, включающую исследования в области океанологии, геофизики, морской биологии, гидрохимии, геологии моря, метеорологии, актинометрии и аэрологии. Географически она привязывалась к евразийскому материковому склону, ограниченному меридианами 170° з.д. и 70° в.д. Предполагалось выполнить целую серию секущих разрезов для изучения геологических и биологических условий на склоне, физических явлений и процессов, обусловленных резким изменением глубины океана, а также тепловой напряженности прослойки атлантических вод. Плавание ледокола давало возможность проверить справедливость предположений о некотором разрежении льда в области материкового склона. К большому сожалению, из-за неблагоприятных ледовых условий, сложившихся на восточном участке СМП в это лето, ледокол „Северный полюс” был отозван на 25-й день работы экспедиции. За это время удалось выполнить лишь небольшую часть научной программы. В Чукотском море экспедиция продвинулась до 73° 45' с.ш., вышла на окраину материковой отмели, но из-за сплоченных многолетних льдов не смогла продвигаться далее. Обойдя с севера остров Врангеля, она впервые проникла в центральную часть Восточно-Сибирского моря и, выполнив там исследования, вынуждена была прекратить работы.

После окончания войны исследования Арктического бассейна стали проводиться в беспрецедентных масштабах и сопровождались быстрым прогрессом знаний. Этот прогресс стал возможен благодаря широкому использованию метода, предложенного О. Ю. Шмидтом. В 1937 г., после того как самолеты совершили успешную посадку на многолетние льды в районе Северного полюса без предварительной их подготовки, он писал: „Возможность самолета как орудия исследования значительно выше, чем предполагалось. Наряду с возможными повторными высадками на лед такой станции, как папанинская, на полюсе или в другом месте Центральной Арктики можно будет широко применять временные посадки на лед для производства научных работ

в течение нескольких дней или недель. Такая переносная обсерватория сможет в один сезон поработать в разных местах Арктики. Выгода этого метода состоит в том, что самолет можно послать в ту именно точку, изучение которой особенно нужно для данной конкретной научной задачи". В экспедиции на полюс относительной недоступности (1941 г.) этот метод был успешно реализован для выполнения кратковременных наблюдений в заранее намеченных пунктах. Первая послевоенная Высокоширотная воздушная экспедиция (ВВЭ) „Север" состоялась весной (март—май) 1948 г. и сразу же сделала географическое открытие, радикально изменившее представление о глубинах, рельефе и строении дна Северного Ледовитого океана. Изображаемая до этого на картах глубоководная впадина с монотонным рельефом, занимавшая все околополюсное пространство, в действительности оказалась расчлененной хребтами и поднятиями. По числу занятых в экспедиции людей (в ней принимали участие 72 члена летно-подъемного состава и 28 научных работников), самолетов, по объему и научным результатам работ, имевших важное значение для дальнейшего изучения Арктического бассейна, ее, несомненно, можно отнести к выдающимся полярным экспедициям. Научная программа была разработана в Арктическом институте и предусматривала проведение исследований в районах, которые ранее не посещались человеком. Это приполюсное пространство севернее Новосибирских островов и острова Врангеля. Для этого предполагалось широко использовать метод, успешно зарекомендовавший себя в экспедиции на самолете „СССР И-169" и предусматривавший доставку экспедиционных групп в заранее намеченные пункты и выполнение в них в течение нескольких суток серии научных наблюдений.

В экспедиции участвовали восемь самолетов полярной авиации: шесть ЛИ-2 на лыжах (командиры И. И. Черевичный, И. С. Котов, М. И. Козлов, Б. Н. Агров, М. Н. Каминский, В. И. Масленников), один ИЛ-12 (командир М. А. Титлов) и переоборудованный для перевозки авиабензина четырехмоторный бомбардировщик ПЕ-8 (командир В. Н. Задков). Научный состав экспедиции, подобранный в основном из сотрудников Арктического института, включал: А. Ф. Трешникова, М. М. Сомова, Я. Я. Гаккеля, В. Т. Тимофеева, П. А. Гордиенко, Н. А. Волкова, М. М. Никитина, И. С. Песчанского, П. К. Сенько,

Б. Е. Брюнелли, Н. А. Миляева, К. К. Федченко и др. Возглавлял экспедицию начальник Главного управления Северного морского пути А. А. Кузнецов. Его заместителем по научной программе был участник экспедиции на полюс относительной недоступности 1941 г. М. Е. Острекин.

Экспедиция была не только тщательно спланирована, но и обеспечена всем необходимым для работы на дрейфующем льду. Для проживания экипажей и экспедиционного состава была сконструирована легкая и вместительная палатка КАПШ. Для обогрева и приготовления пищи впервые предполагалось использовать природный газ. В практику экспедиционных исследований внедрялась новая научная аппаратура: портативная магнитно-вариационная станция, маятниковый прибор для определения силы тяжести, приборы для изучения физико-механических свойств льда и др.

В конце марта — начале апреля подготовительные этапы были завершены и воздушная экспедиция приступила к работе. Самолеты с экспедиционным составом и многочисленными грузами стали покидать подмосковный аэродром и брать курс на арктический поселок Тикси. Отсюда, с побережья моря Лаптевых, должен был начаться штурм высоких широт. На припае в бухте Темп на острове Котельный была подготовлена взлетно-посадочная полоса для посадки самолетов с целью дозаправки перед полетом далее на север. Вскоре сюда прибыли первые самолеты и среди них ЛИ-2 (командиры И. И. Черевичный и И. С. Котов). Им предстояло выполнить наиболее ответственную задачу экспедиции — найти в океане льдины, пригодные для посадки самолетов и организации дрейфующих баз.

9 апреля они совершили посадку на дрейфующие льды севернее Новосибирских островов в точке с координатами  $80^{\circ} 32' \text{ с.ш.}$ ,  $150^{\circ} 10' \text{ в.д.}$  Находившиеся на борту этих самолетов научные сотрудники приступили к выполнению программы научных наблюдений. Между тем географическое положение льдины позволяло использовать ее в качестве промежуточного пункта для полетов еще дальше на север, в „сердце” Арктики. Вскоре на этой льдине сел и четырехмоторный ПЕ-8 В. Н. Задкова, который доставил авиабензин для заправки.

13 апреля самолеты И. И. Черевичного и И. С. Котова покинули уже обжитую льдину, чтобы открыть следующую базу (№ 2)

на пути к Северному полюсу. В точке с координатами  $86^{\circ} 38'$  с.ш.,  $157^{\circ} 22'$  в.д. они благополучно совершили посадку. Океанологи В. Т. Тимофеев и Я. Я. Гаккель, метеоролог А. А. Ледохович, магнитологи В. П. Орлов и Н. А. Миляев приступили к выполнению научной программы в этой части Арктического бассейна. 27 апреля в точке  $86^{\circ} 26'$  с.ш. и  $154^{\circ} 53'$  в.д. океанологи зафиксировали резкое поднятие дна океана. Глубина с 2700 м уменьшилась до 1290 м, т. е. почти на 1,5 км. Это могло означать, что под толщей воды в данном месте находится поднятие с крутым склоном.

Хотя единичное измерение глубины океана, как показывает весь опыт исследовательских работ, является весьма шаткой основой для суждения о рельефе дна, однако оно все же дает повод для размышлений. Один из участников этого события (В. Т. Тимофеев) также не исключал того, что в центральной части Арктического бассейна могут быть сравнительно небольшие глубины. Он исходил из различий в физическом состоянии глубинных вод на горизонтах свыше 2000 м в районе полюса относительной недоступности и в районе дрейфа „Фрама” и высказал предположение, что различие может быть связано с подъемом рельефа дна между меридианами  $140$  и  $175^{\circ}$  в.д.

К специалистам, которые допускали по тем или иным соображениям возможность существования поднятия дна к северу от Новосибирских островов, следует также отнести Э. В. Толля. Опираясь на результаты своих полевых исследований в 1885—1886 гг., он пришел к убеждению, что „Новосибирские острова представляют собой продолжение горной страны материка Сибири на восток от Лены или отторженную часть Верхоянской дуги. Вся тектоника этой дуги обуславливается двумя системами тектонических линий, разбивающих эту часть Сибири на ряд горстов и грабенов. Мы имеем основание думать, что эти тектонические линии могут быть прослежены подобно тому, как на Новосибирских островах и на неоткрытом до сих пор архипелаге, лежащем, вероятно, к северу от них...” Сами Новосибирские острова, острова Де-Лонга и Земля Санникова, по его мнению, это лишь небольшая часть древнего материка („страны мамонтов”), который, соединяясь с нынешним материком, достигал, быть может, через полюс американского архипелага.

Серьезные аргументы в пользу существования преграды, разделяющей Арктический бассейн по линии Новосибирские острова — Гренландия, были представлены также Е. Ф. Гурьяновой на основе биологических данных.

17 апреля на  $80^{\circ} 15'$  с.ш. и  $175^{\circ} 40'$  в.д. летчики М. И. Козлов и М. Н. Каминский создали самую восточную базу в Арктическом бассейне. Научную часть программы на этой базе выполнял отряд А. Ф. Трешникова. Глубина океана в этой точке оказалась 2410 м. 23 апреля три самолета ЛИ-2 (командиры И. И. Черевичный, И. С. Котов, В. И. Масленников) совершили посадку на ледяное поле вблизи Северного географического полюса. Научный персонал отряда — М. М. Сомов, П. А. Гордиенко, М. Е. Острекин и П. К. Сенько — в течение нескольких суток впервые выполнял наблюдения на вершине земного шара. Измеренная тросом глубина в точке географического полюса оказалась равной 4039 м; распределение температуры в толще океана указывало на прослойку теплых вод атлантического происхождения.

По окончании работ в районе полюса самолеты совершили посадку вблизи  $86^{\circ}$  с.ш. и  $180^{\circ}$  д., где, по предположениям некоторых геофизиков, находился второй магнитный полюс северного полушария. Изучение магнитного поля в Центральной Арктике ранее проводилось в экспедициях Ф. Нансена на „Фраме” (1893—1896 гг.), Р. Амундсена на „Мод” (1918—1925 гг.), на станции „Северный полюс” (1937—1938 гг.) и на „Седове” (1937—1940 гг.). Однако все эти наблюдения выполнялись на значительном удалении от гипотетического полюса. Теперь же появилась возможность произвести магнитные измерения в точке, максимально приближенной к этому полюсу. Измерения, которые выполнялись на протяжении трех суток, показали, что такого полюса не существует, но есть явное сгущение магнитных меридианов, сжатие их в узкий направленный пучок, идущий через Арктический бассейн к магнитному полюсу северного полушария.

При выполнении программы научных наблюдений в различных районах Арктического бассейна проводились метеорологические наблюдения и запуски радиозондов с дрейфующего льда. Этот опыт был использован в следующем году и позднее, на дрейфующей станции „Северный полюс-2”, где в течение полугода дважды в сутки проводилось температурно-ветровое зондирова-

ние атмосферы. С 1954 г. радиозондирование атмосферы вошло в программы наблюдений всех дрейфующих станций.

В мае участники Высокоширотной воздушной экспедиции возвратились в Москву и Ленинград. Экспедицией были выполнены измерения глубины океана, температуры и химического состава водной толщи, течений, толщины льда, его прочностных характеристик и структуры, составляющих магнитного поля Земли в 10 точках Арктического бассейна. В течение всего времени полевых работ велись метеорологические наблюдения, маршрутная ледовая разведка. Был также произведен отбор проб донного грунта и отлов сетками живых организмов в толще океана. Успешный опыт полетов в сложных метеорологических условиях, первичных посадок на дрейфующие льды, жизни и работы в экстремальных условиях можно было использовать при проведении исследований в Арктическом бассейне в будущем.

Подводя итоги экспедиции, ученый совет Арктического института высказался за продолжение и расширение исследований в высокоширотной Арктике. Весной 1949 и 1950 гг. эти исследования были продолжены. При этом основное внимание уделялось изучению околополюсного района и западной части Арктического бассейна, о которой известно все еще было мало. За эти два весенних сезона были выполнены наблюдения на 80 глубоководных гидрологических станциях — измерены глубина места, толщина льда, физическое состояние вод по всей толще, отбирались пробы на химический анализ. В местах посадок самолетов велись также метеорологические и геофизические наблюдения, а во время перелетов — наблюдения за состоянием льда. Океанологи А. Ф. Трешников и Л. Л. Балакшин в конце апреля 1949 г. на  $87^{\circ} 07'$  с.ш. и  $147^{\circ} 55'$  в.д. обнаружили глубину 1005 м, подтвердив тем самым серьезность заявок на открытие хребта в центральной части Арктического бассейна. Прямые измерения глубин, выполненные Высокоширотными воздушными экспедициями 1948—1950 гг., позволили составить первую батиметрическую карту Арктического бассейна. Эта карта была подготовлена в Арктическом институте и опубликована в 1951 г. На ней нанесен подводный хребет, правда, пока еще в первом приближении, протянувшийся от Новосибирских островов к Земле Элсмيرا и разделивший Арктический бассейн на два суббассейна. По

предложению Арктического института Президиум Академии наук СССР присвоил ему имя М. В. Ломоносова.

После открытия хребта в результате интенсивных исследований в 1950-е, а затем и 1960-е годы был сделан еще ряд открытий в строении дна глубоководной части Северного Ледовитого океана, что позволило создать детальные карты подводного рельефа всего околополюсного пространства. Выявились новые важные особенности этого рельефа, и его изученность поднялась до уровня, характерного для наиболее доступных районов Мирового океана. Было установлено, что, кроме хребта Ломоносова, в Арктическом бассейне простираются еще два трансокеанических хребта: срединно-океанический хребет Гаккеля, являющийся частью планетарной системы срединно-океанических хребтов, и хребет Менделеева и орографически единое с ним поднятие Альфа. Эти хребты отделены друг от друга и от континентальных окраин глубоководными котловинами Нансена, Амундсена, Макарова и Канадской, максимальные глубины которых составляют 3975, 4485, 4007 и 3909 м соответственно, а также глубоководными впадинами. Таким образом, реальная батиметрия Арктического бассейна оказалась довольно сложной и не похожей на батиметрию как мелководного бассейна, так и глубокой чаши с монотонным рельефом дна.

Важным итогом работы ВВЭ 1950 г., помимо выполнения научной программы, явилась организация дрейфующей станции „Северный полюс-2” под руководством М. М. Сомова. Планом работ экспедиции, вообще говоря, предусматривалось создание в околополюсном районе на меридианах Новосибирских островов еще одной дрейфующей станции. Однако льдина, на которой эта станция должна была размещаться, в последний момент раскололась и создание станции пришлось отложить на будущее. Надо отметить, что организации постоянных наблюдений с дрейфующего льда в центральных районах океана придавалось большое значение, так как это позволяло изучать явления и процессы в океане и атмосфере во времени непрерывно в течение продолжительного периода. ВВЭ, имея другое важное преимущество — изучать их в пространстве, таких возможностей не давали. Поэтому исследования природных условий тем и другим способом дополняли друг друга.



Станция СП-2 приступила к работе 1 апреля 1950 г. в точке с координатами  $76^{\circ} 00'$  с.ш.,  $166^{\circ} 30'$  з.д. В ее состав входило 16 человек — специалистов в разных областях науки о Земле. Программа работ включала метеорологические, аэрологические, актинометрические, геомагнитные, гравиметрические, океанологические наблюдения и исследования морского льда. Сведения о погоде в центре Арктики теперь регулярно появлялись на синоптических картах и служили хорошим дополнением к уже имеющимся данным. Несмотря на тяжелые условия дрейфа, бытовую неустроенность (персонал станции круглый год жил в палатках), разломы льдины и перемещения на другую льдину, наблюдения были выполнены в полном объеме. В апреле 1951 г. персонал станции, которая находилась в это время в точке с координатами  $81^{\circ} 45'$  с.ш. и  $167^{\circ} 48'$  в.д., был эвакуирован самолетами на Большую землю. Но история льдины, на которой размещался лагерь станции, на этом не закончилась. Спустя 3 года она была обнаружена Высокоширотной воздушной экспедицией примерно в том же месте, откуда начинала свой дрейф в 1950 г. Двигаясь по часовой стрелке, льдина описала почти замкнутый круг. Таким образом, была поставлена точка в споре о существовании круговорота льдов в западной части Арктического бассейна. Впервые на существование этого круговорота обратил внимание А. В. Колчак. Опираясь исключительно на косвенные признаки, он писал в 1909 г. в своей книге „Лед Карского и Сибирского морей“: „Рассматривая в совокупности все движения арктического пака в различных районах, можно допустить существование известного круговорота его около центра, расположенного в области под  $83^{\circ}$ — $85^{\circ}$  N-ой широты и  $170^{\circ}$  W-м —  $180^{\circ}$  меридианами. Как я уже выше упомянул, нет никакого основания предполагать, что этот круговорот имеет определенную скорость и направление, но его следует рассматривать как возможное движение масс льда, не попавших в Гренландские течения, не вынесенных на юг в какие-либо моря, прилегающие к Ледовитому океану, и могущих через некоторый промежуток времени, пройдя через все меридианы, оказаться приблизительно в одном и том же месте. Вследствие этого массы льда могут находиться неопределенно долгое время в полярном бассейне, претерпевая обуславливаемые свойствами этого бассейна метаморфозы...” Позднее Н. Н. Зубов и М. М. Сомов, изучавшие дрейф льдов в Северном Ледовитом оке-

ане в зависимости от распределения атмосферного давления, указали на высокую вероятность существования круговорота в области локализации арктического антициклона. Сомнения, как видим, окончательно рассеялись, когда появились сообщения об обнаружении лагеря дрейфующей станции „Северный полюс-2”. Стало ясно, что в западной части Арктического бассейна, между географическим полюсом, с одной стороны, и северным побережьем Гренландии, островов Канадского Арктического архипелага и Аляски, с другой, плавучие льды находятся в антициклоническом круговом дрейфе. Центр круговорота, как было показано в дальнейшем, располагается примерно на  $78^\circ$  с.ш. и  $150^\circ$  з.д. Полный оборот льды совершают в нем за 5—10 лет в зависимости от расстояния траектории дрейфа от центра круговорота и могут непрерывно находиться в нем в течение нескольких десятков лет. Ледяной остров Т-3, открытый в марте 1950 г. на  $74^\circ$  с.ш. и  $169^\circ$  з.д., совершил не менее трех оборотов, прежде чем оказался в трансарктическом дрейфе. Последний раз его видели в июне 1983 г. на меридиане  $180^\circ$  примерно в 150 морских милях от географического полюса. Позднее несколько советских дрейфующих станций „Северный полюс”, в том числе станции под индексами 8, 11, 12, 16, 22 и др., были вовлечены в этот круговорот. Станция „Северный полюс-22” с научным персоналом совершила полный круговой дрейф (радиус около 300 миль) за 5,5 года.

С открытием антициклонического круговорота в западной части Северного Ледовитого океана (круговорот Бофорта) появилась возможность представить картину крупномасштабной циркуляции поверхностных вод и льдов в этом океане, что явилось крупным достижением полярной океанографии.

В 1954 г. работы дрейфующих станций в Центральной Арктике благодаря настойчивости руководителя Главсевморпути В. Ф. Бурханова, поддержавшего планы дальнейшего исследования Севера, были возобновлены. С этого времени они не прерывались до 1991 г., когда последняя станция „Северный полюс-31” была эвакуирована со льдины (табл. 1). Станции „Северный полюс-3” (начальник А. Ф. Трешников) и „Северный полюс-4” (начальник Е. И. Толстиков) были созданы в районах  $86^\circ 00'$  с.ш.,  $178^\circ 00'$  з.д. и  $75^\circ 48'$  с.ш.,  $178^\circ 25'$  з.д. соответственно. „Прыгающие” отряды ВВЭ продолжили измерения глубин, океанографические, ледовые, аэрометеорологические, геофизи-

ческие и другие исследования на всем околополюсном пространстве. В течение трех лет, с 1954 по 1956 г., одних только океанографических станций, впервые покрывших весь Арктический бассейн, было выполнено 208. Массовое измерение глубин позволило существенно расширить представления о подводном рельефе этого бассейна, особенно западной его части. Материалы глубоководных измерений этих экспедиций послужили основой для монографии В. Т. Тимофеева „Водные массы Арктического бассейна” (1960 г.).

Разнообразные и во многих отношениях новаторские исследования в области акустики, оптики и тонкой структуры вод Арктического бассейна были выполнены с дрейфующих льдов в 1956—1990 гг. Эти исследования проводились с использованием последних достижений в области радиофизики, электроники, радиотехники, сейсмоакустики. Они включали изучение гидролого-акустических характеристик водных масс, характеристик подледных шумов, особенностей распространения акустических сигналов, акустических характеристик льда, а также оптических характеристик воды, льда и снега, влияющих на перенос излучения в системе атмосфера—лед—океан.

Таблица 1

Сведения о российских дрейфующих станциях  
в Северном Ледовитом океане

Дрейфующая станция	Начало дрейфа	Окончание дрейфа	Координаты	
			в начале дрейфа	в конце дрейфа
Северный полюс	21.05.1937	19.02.1938	89° 24' с.ш., 78° 40' в.д.	70° 03' с.ш., 20° 00' в.д.
Северный полюс-2	02.04.1950	11.04.1951	76° 02' с.ш., 166° 30' в.д.	81° 45' с.ш., 167° 48' в.д.
Северный полюс-3	15.04.1954	19.04.1955	86° 00' с.ш., 178° 00' з.д.	86° 00' с.ш., 31° 42' з.д.
Северный полюс-4	03.04.1954	19.04.1957	75° 48' с.ш., 178° 25' з.д.	85° 22' с.ш., 00° 00' д.
Северный полюс-5	21.04.1955	08.10.1956	82° 10' с.ш., 156° 51' в.д.	84° 23' с.ш., 63° 19' в.д.
Северный полюс-6	15.04.1956	14.09.1959	74° 27' с.ш., 177° 04' в.д.	82° 06' с.ш., 03° 56' в.д.

Дрейфующая станция	Начало дрейфа	Окончание дрейфа	Координаты	
			в начале дрейфа	в конце дрейфа
Северный полюс-7	23.04.1957	11.04.1959	82° 06' с.ш., 164° 11' з.д.	85° 14' с.ш., 33° 00' з.д.
Северный полюс-8	19.04.1959	19.03.1962	75° 42' с.ш., 163° 10' з.д.	83° 15' с.ш., 132° 30' з.д.
Северный полюс-9	21.04.1960	28.03.1961	77° 23' с.ш., 163° 00' в.д.	86° 36' с.ш., 176° 00' з.д.
Северный полюс-10	17.10.1961	29.04.1964	75° 27' с.ш., 177° 10' в.д.	88° 32' с.ш., 90° 30' в.д.
Северный полюс-11	12.04.1962	20.04.1963	77° 10' с.ш., 165° 58' з.д.	81° 10' с.ш., 139° 34' з.д.
Северный полюс-12	30.04.1963	25.04.1965	76° 50' с.ш., 165° 34' з.д.	81° 06' с.ш., 145° 47' з.д.
Северный полюс-13	22.04.1964	17.04.1967	73° 50' с.ш., 166° 00' з.д.	87° 52' с.ш., 02° 00' з.д.
Северный полюс-14	01.04.1965	11.02.1966	74° 20' с.ш., 175° 20' в.д.	77° 00' с.ш., 154° 48' в.д.
Северный полюс-15	29.03.1966	22.03.1972	78° 50' с.ш., 168° 43' в.д.	85° 45' с.ш., 10° 30' з.д.
Северный полюс-16	09.04.1968	22.03.1972	74° 58' с.ш., 171° 40' з.д.	86° 00' с.ш., 85° 27' з.д.
Северный полюс-17	29.04.1968	16.10.1969	80° 28' с.ш., 165° 23' в.д.	86° 48' с.ш., 24° 47' в.д.
Северный полюс-18	09.09.1968	24.10.1971	75° 10' с.ш., 165° 02' з.д.	86° 06' с.ш., 152° 36' в.д.
Северный полюс-19	07.11.1969	14.04.1973	74° 34' с.ш., 161° 48' в.д.	83° 09' с.ш., 15° 17' з.д.
Северный полюс-20	11.04.1970	10.05.1972	75° 35' с.ш., 179° 04' в.д.	81° 44' с.ш., 165° 47' з.д.
Северный полюс-21	01.05.1972	25.05.1974	74° 42' с.ш., 175° 58' в.д.	86° 16' с.ш., 143° 36' в.д.
Северный полюс-22	13.09.1973	08.04.1982	76° 16' с.ш., 168° 31' з.д.	86° 10' с.ш., 00° 00' д.
Северный полюс-23	05.12.1975	01.11.1978	73° 51' с.ш., 178° 25' з.д.	87° 40' с.ш., 22° 31' з.д.

Дрейфующая станция	Начало дрейфа	Окончание дрейфа	Координаты	
			в начале дрейфа	в конце дрейфа
Северный полюс-24	23.06.1978	19.11.1980	76° 45' с.ш., 163° 00' в.д.	86° 03' с.ш., 29° 40' в.д.
Северный полюс-25	16.05.1981	20.04.1984	75° 01' с.ш., 168° 35' в.д.	85° 50' с.ш., 122° 15' з.д.
Северный полюс-26	21.05.1983	09.04.1986	78° 30' с.ш., 174° 46' в.д.	82° 46' с.ш., 170° 31' з.д.
Северный полюс-27	02.06.1984	20.05.1987	78° 31' с.ш., 160° 30' в.д.	86° 28' с.ш., 09° 02' з.д.
Северный полюс-28	21.05.1986	21.01.1989	80° 40' с.ш., 168° 29' в.д.	79° 40' с.ш., 03° 09' в.д.
Северный полюс-29	10.06.1987	19.08.1988	80° 23' с.ш., 12° 59' в.д.	84° 43' с.ш., 56° 34' в.д.
Северный полюс-30	09.10.1987	04.04.1991	74° 18' с.ш., 171° 24' з.д.	82° 48' с.ш., 146° 00' з.д.
Северный полюс-31	22.10.1988	25.07.1991	76° 35' с.ш., 153° 10' з.д.	73° 33' с.ш., 161° 04' з.д.
Северный полюс-32	25.04.2003	06.03.2004	85° 52' с.ш., 148° 03' з.д.	84° 41' с.ш., 03° 33' з.д.
Северный полюс-33	09.09.2004		85° 05' с.ш., 156° 31' з.д.	

Собранные дрейфующими станциями и экспедициями материалы наблюдений по метеорологическому режиму Арктического бассейна позволили более точно описать поля давления, температуры, условия циркуляции в тропосфере и нижней стратосфере, оценить радиационный баланс Арктики. Надо заметить, что за время работы дрейфующих станций было выполнено свыше 200 тыс. срочных метеорологических измерений, свыше 100 тыс. измерений потоков прямой, суммарной, рассеянной, эффективной радиации и радиационного баланса. Выпущено около 33 тыс. радиозондов. В результате были получены новые данные о температурном и ветровом режиме тропосферы и стратосферы, о распределении влажности на высотах, о состоянии облачности. Было установлено, что атлантические циклоны, особенно зимой,

нередко вторгаются в Центральную Арктику вплоть до Северного полюса. Результаты исследований публиковались в статьях, монографиях и справочниках, число которых превысило 700.

По данным магнитной съемки Арктического бассейна были построены более достоверные (на эпоху 1955 г.) магнитные карты. На основе всего массива данных наблюдений на дрейфующих льдах и в стационарных пунктах на побережье Северного Ледовитого океана, в том числе полученных с помощью магнитно-вариационных станций, были изучены особенности постоянного геомагнитного поля в Арктике, его вековые изменения, короткопериодные (утренние, дневные и вечерние) вариации, а также связи между геомагнитным полем и рельефом дна. На 12 дрейфующих станциях на протяжении 31 года проводились также ионосферные наблюдения, которые включали вертикальное зондирование, определение поглощения радиоволн в ионосфере и напряжения поля сигналов коротковолновых радиостанций.

Большие исследования на станциях „Северный полюс” были выполнены по изучению физических свойств снега и льда, акустике и оптике океана. Получен большой объем информации о физико-механических свойствах льдов, характеристиках динамики, напряженно-деформационного состояния и морфологических особенностях строения морских льдов. Вообще станции служили отличной базой для организации и постановки широкого комплекса оригинальных исследований в разных областях науки, углубленного изучения природных явлений и процессов в толще вод, ледяном покрове, атмосфере. Здесь отрабатывались новые методы исследования, испытывались приборы и аппаратура для измерения физических параметров среды.

Необходимость осмысления собранных данных привела к некоторому спаду полевых исследований в Центральной Арктике. Там по-прежнему работали по 2—3 дрейфующие станции, но выполнение широкомасштабных съемок „прыгающими” отрядами, подобных съемкам 1955 и 1956 гг., было приостановлено. Высокоширотные воздушные экспедиции ограничили свою деятельность жизнеобеспечением дрейфующих станций, расстановкой дрейфующих автоматических радиометеорологических станций (ДАРМС) и радиовех, проведением океанологических, ледовых и других исследований в меньших масштабах. С 1957 по 1974 г. на дрейфующих льдах было установлено в общей сложности

350 ДАРМС и радиовех. Они давали информацию о дрейфе льда и о погоде в районах, потенциально опасных для судоходства.

В апреле—августе 1976 г. Арктический и антарктический научно-исследовательский институт (АНИИ) принимал участие в проведении национального комплексного натурального эксперимента „ПОЛЭКС-Север-76”, инициированного Государственным комитетом СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды. Целью этого масштабного эксперимента являлась количественная оценка относительного вклада океана и атмосферы в тепловой баланс океанической внетропической части северного полушария. В реализации программы принимали участие около десяти научных институтов и управлений Гидрометслужбы. Головной организацией по подготовке и проведению эксперимента был определен АНИИ. Вся область эксперимента была разделена на три региона: Североевропейский, Арктический и Северотихоокеанский. В Североевропейском регионе в течение апреля—июня были выполнены: три океанологические съемки (1100 глубоководных станций), четырехразовое аэрологическое зондирование, в том числе с наземных станций, срочные метеорологические наблюдения, радиолокационные измерения облачности, измерения содержания озона, наблюдения за спектральной прозрачностью атмосферы и измерения течений. В Арктическом регионе с дрейфующего льда были выполнены океанологические съемки (143 глубоководные станции), 38 полетов летающих обсерваторий с проведением специальных наблюдений, натурный эксперимент по изучению тепловых и динамических процессов в ледяном покрове (эксперимент „Яна”). В Северотихоокеанском регионе была произведена океанологическая съемка с дискретностью  $2^\circ$  по широте и  $5^\circ$  по долготе (1063 глубоководные станции); программа исследования атмосферы была такой же, как в Североевропейском регионе. Для сбора и оперативной обработки большого объема разнообразных данных наблюдений было создано три региональных центра: на НИС „Профессор Визе”, в обсерватории Амдерминского УГМС и в ДВНИГМИ.

В 1968 г. Арктический и антарктический научно-исследовательский институт провел исследования Североевропейского бассейна (Гренландское, Норвежское, Баренцево и Белое моря) и районов Северной Атлантики с помощью экспедиционных судов „Профессор Визе” и „Профессор Зубов”. В 1981—1985 гг. вместе

с другими научными учреждениями страны институт активно включился в выполнение национальной программы СССР „Разрезы”, направленной на изучение роли энергоактивных зон океана (Норвежской, Ньюфаундлендской, Гольфстрим, Атлантической тропической и Куро시오) в короткопериодных колебаниях климата. Для решения задач, поставленных этой программой (изучение физических механизмов формирования аномалий температуры поверхности океана, физических механизмов отклика общей циркуляции атмосферы на аномалии этой температуры и разработка моделей крупномасштабного взаимодействия океана и атмосферы), институт провел исследования Норвежской энергоактивной зоны. В течение пяти лет здесь было выполнено 19 океанографических съемок, поставлена серия натуральных экспериментов в зонах развития активных океанических структур и процессов, проводились метеорологические, актинометрические, аэрологические наблюдения, а также наблюдения за течениями на буйковых станциях. Собранные материалы пополнили базу данных крупномасштабных океанологических съемок, проводившихся в этой части океана в 1976—1979 гг., и послужили основой для научно-исследовательских разработок. Эти же научно-исследовательские суда принимали участие в выполнении программы „Перелив”, направленной на изучение водообмена в Мировом океане.

В связи с выполнением программы ПОЛЭКС, которая была разработана ААНИИ как часть международной Программы исследований глобальных атмосферных процессов (ПИГАП), в марте—мае 1973—1979 гг. были возобновлены широкомасштабные ежегодные океанографические съемки Арктического бассейна. Станции наблюдений располагались, по возможности, в узлах регулярной сетки, покрывающей всю глубоководную часть океана и северные части арктических морей. Программой работ экспедиции на каждой такой станции предусматривался широкий комплекс океанографических измерений и отбор проб воды на химический анализ (содержание солей, растворенного кислорода, кремния, фосфора, водородный показатель). Предусматривались также измерение глубин, определение характеристик льда, отбор проб грунта, измерения радиофизических, гидрооптических параметров, составляющих магнитного поля Земли. Кроме того, в экспедициях выполнялись оригинальные наблюдения по



специальным программам. В течение 7 весенних сезонов были выполнены измерения на 1229 глубоководных гидрологических станциях. Тяжелые условия жизни и работы (полеты в сложных условиях, рискованные „первые посадки” на дрейфующие льды, разломы и торошения, экстремальные условия погоды, большие физические нагрузки и отсутствие нормальных условий отдыха) не помешали выполнению запланированных исследований. Сказались смелость, ответственность, самоотверженность и опыт, приобретенные за многие годы совместной работы экипажей самолетов и научного персонала. Обязанности руководителей этих выдающихся экспедиций исполняли начальники ВВЭ Н. И. Блинов и М. Н. Красноперов, начальники отрядов М. Я. Затонский, И. П. Романов, Н. П. Артеменко, Л. А. Тигунцев, В. В. Лукин, А. В. Чирейкин, В. А. Волков.

В период 1980—1993 гг. основные усилия ВВЭ „Север” были направлены на исследования морей Карского, Лаптевых, Восточно-Сибирского и Чукотского. В отличие от летнего, зимний режим этих морей, как уже отмечалось, все еще оставался слабо изученным. Между тем необходимость изучения природных процессов в эту часть года диктовалась не только научными интересами. Технические достижения в судостроении, в средствах наблюдений и передачи информации открывали новые перспективы для мореплавания.

На западном участке СМП (Карское море) уже стала реальностью круглогодичная навигация. С 1970 г. плавание транспортных судов и ледоколов в порт Дудинка (на Енисее) происходило не только летом, но также глубокой осенью и зимой, в сплошных толстых льдах и в условиях полярной ночи. С 1978 г. суда стали заходить в Дудинку круглогодично.

В августе 1977 г. атомоход „Арктика” (капитан Ю. С. Кучиев), обладавший мощностью 75 тыс. л. с., впервые в свободном плавании достиг Северного полюса, наглядно продемонстрировав возможности новой техники. Ему потребовалось всего 3 суток, чтобы пройти путь от кромки льда до географического полюса! Приближалось время круглогодичных плаваний по всему Северному морскому пути.

Первая попытка такого плавания была предпринята в конце мая — начале июня (в сроки, когда морские льды достигают пика в сезонном цикле развития) 1978 г. Атомоход „Сибирь” и

дизель-электроход „Капитан Мышевский” за 18 суток прошли по высокоширотной трассе из Мурманска до Берингова пролива, обогнув с севера архипелаг Северная Земля, в условиях, максимально приближенных к зимним. Успешный опыт этого предприятия доказал, что круглогодичные плавания по Северному морскому пути технически вполне осуществимы. Вместе с тем он еще раз показал, что даже при наличии такой могучей техники тактика плавания „напролом” неприемлема. Успех достигается там, где широко используются возможности, которые предоставляет нам сама арктическая природа. Речь в данном случае идет об использовании заприпайных полыней, разводий и других разрывов в ледяном покрове. При планировании совместного похода ледокола „Сибирь” и дизель-электрохода „Капитан Мышевский” именно эти соображения были решающими при выборе маршрута плавания. Успех плавания в немалой степени был обеспечен четкой работой ледовой авиаразведки и научно-оперативной группы, снабжавших корабли разнообразной текущей, прогностической и режимной информацией о состоянии льда и о погоде по пути следования.

В 1987 г. состоялась комплексная высокоширотная экспедиция на атомоходе „Сибирь” (капитан З. А. Вибах) в район Северного географического полюса под руководством А. Н. Чилингарова. В отличие от первого плавания „Арктики” к Северному полюсу, во время которого решались в основном практические задачи, экспедиция на „Сибири” имела главным образом научную направленность. В экспедиции принимали участие ученые из десяти министерств и ведомств: океанологи, метеорологи, геофизики, морские геологи, геодезисты. Решение о проведении экспедиции принималось в директивных органах по предложению Госкомгидромета СССР, ее организация была возложена на ААНИИ. Научная программа предусматривала широкий комплекс наблюдений в области гидрометеорологии, геофизики, морской геологии, загрязнения окружающей среды, топографо-геодезические исследования. Наряду с этим экспедиция должна была эвакуировать станцию СП-27, которая дрейфовала в пролив Фрама, и создать новую дрейфующую станцию СП-29 на северной границе моря Лаптевых. Экспедиция продолжалась с 8 мая по 19 июня, т. е. в наиболее трудный по ледовым условиям период. Поэтому попутно изучались возможности работы ледоко-

ла в Центральной Арктике в это время года и отрабатывалась система его научно-оперативного обеспечения. Экспедиция успешно справилась с поставленными задачами, достигла Северного полюса и в полном объеме выполнила программу исследований на околополюсном пространстве.

В течение последних десяти лет XX столетия ледоколы совершили 26 плаваний, закончившихся покорением географического полюса. В летние периоды 1990—1998 гг. в шести случаях (1991, 1992, 1993, 1994, 1996 и 1998 гг.) из девяти было возможно плавание ледоколов из Атлантического океана в Тихий через Северный полюс. В 1970-е годы таких случаев было четыре, а в 1980-е — только три. Показательным оказался 1996 г., когда благоприятная ледовая обстановка в Центральной Арктике позволила ледоколу „Ямал” во второй половине июля покорить в свободном плавании не только географический полюс, но и полюс относительной недоступности. Этот успех в немалой степени был связан с образованием к моменту плавания широкого (сотни километров) пояса льдов пониженной сплоченности — от Шпицбергена через полюс и далее к острову Врангеля.

Океанографические съемки арктических морей Высокоширотными воздушными экспедициями продолжались в 1980—1993 гг. За это время было совершено 2867 первичных посадок на дрейфующие льды и проведены океанологические и другие наблюдения. Работы выполнялись преимущественно с использованием нескольких самолетов АН-2. 1993 г. оказался последним в деятельности Высокоширотной воздушной экспедиции из-за полного прекращения финансирования работ.

Исследования, выполненные этой экспедицией и дрейфующими станциями „Северный полюс”, существенным образом изменили наши представления о природных условиях в Центральной Арктике. Они развеяли миф о ее недоступности, безжизненности, помогли освоить ее отечественным мореплавателям, внесли заметный вклад в дело хозяйственного освоения ее окраин. Благодаря их работе Арктический бассейн стал наиболее изученной частью Мирового океана. Разнообразные данные наблюдений, собранные ими, служили и продолжают служить основой научных знаний об Арктике. С одних только дрейфующих станций было выполнено свыше 47 тыс. измерений глубин, взято более 700 проб грунта.

Новым направлением в деятельности ААНИИ в последние десятилетия стал геохимический мониторинг природной среды Арктики, включающий наблюдение и контроль за загрязнением морей, устьев рек и объектов вод суши тяжелыми металлами, пестицидами и нефтяными углеводородами.

Беспрецедентный по своей разрушительной силе системный кризис, охвативший страну в 1990-е годы, привел к почти полной остановке экспедиционных исследований, резкому сокращению наблюдательной сети, почти полному прекращению хозяйственной деятельности в Арктике и оттоку населения. В этих условиях оставалась одна возможность продлить исследования в Арктике — международная кооперация.

Начиная с 1993 г. в рамках проекта „Система моря Лаптевых” стали проводиться морские и сухопутные российско-германские экспедиции. Этот проект, входящий в соглашение между Россией и Германией о сотрудничестве в полярных и морских исследованиях и объединяющий усилия около 40 российских и зарубежных научно-исследовательских организаций, направлен на изучение климатической изменчивости природных процессов и реакций среды. Национальными координаторами проекта являлись: от России — Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, а от Германии — Институт морских и полярных исследований им. Альфреда Вегенера в Бременхафене. В результате исследований по этому проекту были реконструированы изменения среды в течение последних 10 тыс. лет.

В 1994 г. ААНИИ совместно с Российской и Шведской академиями наук провел экспедицию „Экология тундры-94” на научно-экспедиционном судне „Академик Федоров” по изучению экосистемы побережья Сибири от Кольского полуострова до острова Врангеля и сибирских арктических морей. Наблюдения проводились за животным, растительным миром и состоянием их среды обитания.

В 1998 г., объявленном ЮНЕСКО „Международным годом океана”, в соответствии с распоряжением Правительства Российской Федерации в период с 26 сентября по 31 октября состоялась комплексная национальная экспедиция „Арктика-98” на научно-экспедиционном судне „Академик Федоров” под руководством И. Е. Фролова. Программа научных исследований была нацелена на изучение материкового склона и особенностей про-

цессов, которые здесь развиваются. Программа включала: глубоководное зондирование, отбор проб грунта и воды для гидрохимических, геологических, гидробиологических анализов, изучение структуры и загрязненности морского льда, распространения и состояния атлантических вод в желобе Франца-Виктории.

В соответствии с решениями коллегии Росгидромета от 12 марта 2003 г. в составе ААНИИ была образована Высокоширотная арктическая экспедиция (ВАЭ) для организации оперативных и научно-исследовательских работ в высоких широтах Арктики. Основными целями ВАЭ являются: выполнение комплекса научных исследований для решения задач гидрометеобеспечения хозяйственной деятельности в арктическом регионе, изучение региональных и глобальных изменений климата, осуществление мониторинга загрязнения природной среды.

С организацией Высокоширотной арктической экспедиции (дрейфующих станций „Северный полюс” и высокоширотных морских и воздушных экспедиций) возобновляются национальные экспедиционные исследования Мирового океана и, в первую очередь, Северного Ледовитого океана, важность которых отмечена в Морской доктрине Российской Федерации на период до 2020 г. (27.07.2001 г. Пр-1387, раздел 2), Президентом Российской Федерации В. В. Путиным (письмо от 25.04.2003 г. № Пр-692 в связи с открытием станции СП-32), Советом по проблемам Крайнего Севера и Арктики при Правительстве Российской Федерации (г. Якутск, протокол от 08.07.2003 г. № 2, пункт V.3), поддержана Правительством Российской Федерации (поручение от 22.07.2003 г. № МК-П9-8703) и Межведомственной комиссией по обеспечению своевременного и качественного формирования проекта федерального бюджета на 2004 г. при рассмотрении вопроса о финансировании работ дрейфующих станций СП-32 и СП-33 в 2004 г. В соответствии с этими решениями работа Высокоширотной арктической экспедиции была профинансирована в 2004 г. в объеме 70,9 млн. рублей.

Работы ВАЭ в 2004 г. состояли из нескольких масштабных блоков и включали:

- обеспечение работ СП-32 на завершающем этапе и ее эвакуацию;
- подготовку, организацию и сопровождение работ научно-исследовательской дрейфующей станции „Северный полюс-33”;

— подготовку и проведение морской экспедиции — высокоширотного арктического рейса НЭС „Академик Федоров”;

— осуществление работ летного океанографического отряда ВАЭ.

Все вышеперечисленные задачи были успешно выполнены, что позволило получить уникальные данные по высокоширотным районам Арктического бассейна СЛО.

Отдельно следует отметить работу морской экспедиции и летного океанографического отряда на борту НЭС „Академик Федоров”. Комплексная экспедиция на НЭС „Академик Федоров” в Арктический бассейн в августе—октябре 2004 г. проводилась в соответствии с приказом Росгидромета № 107 и разрешением Федерального агентства по науке и инновациям № 92 от 30.07.04.

Основной задачей экспедиции являлась организация дрейфующей станции „Северный полюс-33”, доставка грузов и личного состава экспедиции. Научная программа рейса выполнялась в рамках Федеральной целевой программы „Мировой океан” (подпрограмма „Исследования природы Мирового океана”) и ФЦНТП „Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники” 2002—2006 гг., раздел „Исследования и разработки, выполняемые Государственными научными центрами Российской Федерации”. Экспедиция выполнялась в период с 10.08 по 04.10.2004 г. Головной организацией, проводившей экспедицию, являлся ГНЦ РФ „Арктический и антарктический научно-исследовательский институт”, 24 сотрудника которого работали в составе морского и летного отрядов экспедиции.

В ходе экспедиционных работ было выполнено 95 океанографических станций, в том числе: 32 глубоководные с использованием судового STD-зонда с розеткой батометров SBE 911+; 16 глубоководных океанографических станций с использованием твердопамятного STD-зонда SBE19+; 47 станций с использованием ХВТ-зондов марок Т-5 и Т-7. Одна станция была выполнена с помощью ХВТ-зонда марки ХСТД-1. На всех судовых глубоководных океанографических STD-станциях и станциях океанографического полигона, выполненных с помощью STD-зонда-профилографа, производился полный комплекс стандартных метеорологических наблюдений.

Океанологические данные, полученные в рейсе, позволят в первую очередь пополнить наши знания о структуре, характеристиках и динамике вод в интересных и мало изученных районах СЛО, каковыми являются два основных района работ данной экспедиции — север Карского моря и район хребта Ломоносова.

### Научные результаты

Наблюдения полярных станций, наземных, морских и воздушных экспедиций обеспечили быстрый прогресс научных знаний о природе Арктики и заложили надежный фундамент ее хозяйственного освоения. Объединенные единой волей ученые, моряки и летчики сумели за короткий исторический отрезок, начиная практически с нуля, решить важнейшую государственную проблему — изучить, освоить и превратить морской путь вдоль побережья Сибири в нормально действующую транспортную магистраль. Это послужило толчком для развития производительных сил на северных окраинах нашей страны. Решающий вклад в исследование Арктики в научном отношении внесли Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, Институт геологии Арктики и Гидрографическое управление Главсевморпути. Вместе с тем необходимо признать, что развитие полярной гидрометеорологии должно было идти тем же путем, проходить те же стадии, что и все другие естественные науки — от наблюдений за природными явлениями к изучению факторов, контролирующих их поведение, далее к созданию моделей, воспроизводящих их развитие, и, наконец, к разработке прогноза будущего состояния.

Исследования ААНИИ, проводившиеся в течение многих десятилетий, были направлены на изучение закономерностей формирования и развития природных процессов различного пространственно-временного масштаба, а также их возможных изменений. На различных этапах этих исследований были получены научные результаты фундаментального и прикладного значения, изложение которых, не входя в излишние подробности, приведем ниже.

*Рельеф и строение дна Северного Ледовитого океана.* Результаты, достигнутые в этой области с начала освоения Северного

морского пути, коренным образом изменили существовавшие ранее представления о глубинах и рельефе дна окраинных морей и особенно Арктического бассейна. Сведения о глубинах морей в начале 1930-х годов основывались на немногочисленных судовых измерениях при плаваниях вдоль побережья Сибири и ограничивались преимущественно южными частями морей. Северные районы Карского, Лаптевых, Восточно-Сибирского, Чукотского и других арктических морей редко или совсем не посещались судами. В самом Арктическом бассейне редкие измерения глубин были сделаны во время экспедиции на „Фраме”. Они разбили миф о мелководности центральной части Северного Ледовитого океана в его евразийском секторе. К моменту начала освоения СМП Северный Ледовитый океан все еще продолжал оставаться огромным „белым пятном” на географических картах. С 1930-х годов началось интенсивное изучение подводного рельефа. Измерения глубин, произведенные при выполнении экспедиционных плаваний, а также в результате планомерной работы полярных гидрографов, позволили уже к началу Великой Отечественной войны составить достаточно полное представление о характере подводного рельефа на сибирском шельфе, установить северную его границу. Были открыты подводные хребты и желоба, врезающиеся в материковую отмель, определены в самом первом приближении особенности континентального склона. На материковой отмели были открыты и нанесены на карту новые острова (Визе, Исаченко, Воронина, Длинный, Домашний, Шмидта, Сидорова, острова Известий ЦИК, Ушакова и др.). Экспедиция Института по изучению Севера (позднее Арктический институт) Г. А. Ушакова и Н. Н. Урванцева в течение 1930—1932 гг. исследовала и описала Северную Землю, открыла ряд новых островов в составе этого архипелага.

Исследования глубоководной части Северного Ледовитого океана привели к открытию хребта Ломоносова, срединно-океанического хребта Гаккеля, хребта Менделеева и орографически единого с ним поднятия Альфа. Эти хребты отделены друг от друга и от континентальных окраин глубоководными котловинами Нансена, Амундсена, Макарова и Канадской. Из всех открытий рельефа дна Арктического бассейна, пожалуй, наиболее сенсационным после хребта Ломоносова было открытие хребта Гаккеля. Обнаружение нескольких конусообразных гор вулканичес-



кого происхождения, вздымающихся над ложем океана на 1000—3000 м, позволило Я. Я. Гаккелю высказать предположение о продолжении срединно-океанического хребта из Атлантики через Исландию, остров Ян-Майен в Арктический бассейн и далее к устью реки Лены. Промеры глубин полностью подтвердили это предположение.

*Океанологические исследования.* Накопление знаний о физических процессах в водах Северного Ледовитого океана приобрело резкое ускорение уже в конце 1920-х—начале 1930-х годов.

Первые сведения о вертикальной структуре вод Северного Ледовитого океана были получены Ф. Нансеном во время его знаменитого дрейфа на „Фраме“, обнаружившим под тонким холодным слоем полярной воды слой атлантического происхождения толщиной 400—600 м с положительной температурой. Ниже этого теплого слоя и до дна располагаются глубинные воды с температурой около  $-0,8$  °С. Позднейшие исследования показали, что трехслойная структура вод характерна только для восточной части бассейна, где дрейфовал „Фрам“. В западной его части между горизонтами 50—100 м Высокоширотные воздушные экспедиции обнаружили тихоокеанские воды, которые по своим физико-химическим характеристикам отличаются как от поверхностных арктических, так и от глубинных атлантических вод. Область распространения этих вод простирается от Берингова пролива до Северного полюса. Глубинные воды в восточной и западной частях Арктического бассейна, как показали исследования, неоднородны по температуре ( $-0,8$  и  $-0,4$  °С соответственно). Первые формируются в результате притока холодных и соленых глубинных вод Гренландского моря, вторые — вследствие трансформации проникающих сюда глубинных атлантических вод.

В процессе анализа обширных материалов наблюдений были установлены границы распространения водных масс в Северном Ледовитом океане, изучены их морфологические особенности, физико-химические характеристики, временная и пространственная изменчивость их состояния. Особое внимание было уделено изучению атлантических вод, поступающих в Северный Ледовитый океан в системе Северо-Атлантического течения и являющихся основным источником океанского тепла в Центральной Арктике. Оценен приток тепла с этими водами на границе

Северного Ледовитого океана с Атлантикой, его межгодовые и многолетние изменения, а также теплоотдача в атмосферу в процессе вертикального обмена. Материалы наблюдений позволяют говорить о заметном повышении температуры атлантических вод в Арктическом бассейне в течение XX в. Выявлены причины и оценен вклад дрейфовой, стоковой и термохалинной циркуляции в водообмен Северного Ледовитого океана с Атлантическим и Тихим океанами. Изучены характеристики устойчиво стратифицированного (из-за пониженной солености) слоя поверхностных арктических вод и их роль в регулировании потоков атлантического тепла к поверхности океана, в образовании, распространении и устойчивости арктического морского ледяного покрова. Изучены течения, волнение, приливы, непериодические колебания уровня, акустические и оптические характеристики вод. Материалы этих исследований нашли широкое применение при хозяйственном освоении Арктики. На основе обширного фактического материала изучен гидрохимический режим окраинных морей и Арктического бассейна. Подготовлены карты распределения кислорода, рН, кремния и фосфора на стандартных горизонтах до глубин 4000 м. Проведен анализ гидрохимической структуры вод Северного Ледовитого океана, установлены закономерности пространственной и временной изменчивости гидрохимических показателей. Использование этих показателей в качестве индикаторов позволило более уверенно судить о происхождении и возрасте водных масс. На основе натуральных данных получены сведения о химическом составе морских льдов разного возраста, что позволяет учитывать количество солей и других веществ в толще льда в балансовых расчетах. Выполнена оценка выноса солей со льдами из Арктического бассейна в Гренландское море.

Разработана теория формирования гидрологического режима Северного Ледовитого океана, заложены основы следящей и прогнозирующей автоматизированной системы мониторинга океана. Созданы феноменологические модели формирования типов структур вертикального распределения гидрологических полей в подледном слое. Разработаны численные гидродинамические и физико-статистические методы прогноза сгонно-нагонных колебаний уровня с заблаговременностью 5—6 суток, ветрового волнения на 1—3 суток, комплексных ледово-гидрологических прогнозов на 5—7 суток. Подготовлены режимно-справочные и на-

учно-прикладные пособия, атласы и нормативные справочники по гидрологическому режиму Северного Ледовитого океана. В рамках соглашений Российско-американской комиссии по экономическому и технологическому сотрудничеству завершены работы по созданию электронного климатического атласа Северного Ледовитого океана на компакт-дисках для зимнего и летнего периодов.

С учетом особенностей подледного распространения акустических колебаний в годовом цикле выполнено гидролого-акустическое районирование Северного Ледовитого океана как основы для моделирования условий распространения звука в задачах обнаружения гидроакустических сигналов. Результаты анализа пространственно-временных и спектрально-энергетических характеристик подледного шумового поля позволили не только разработать новые методы изучения ледовых образований, динамических и термических процессов в ледяном покрове, но и стимулировали развитие новых направлений исследований, которые позволяют объяснять и прогнозировать вариации сигналов в зависимости от гидрометеорологических условий. При исследовании флюктуаций амплитуды, фазы и времени распространения акустических сигналов на расстоянии до 1000 км обнаружилось их зависимости от океанологических параметров среды. Это позволяет ставить вопрос о практической реализации акустического мониторинга климатической изменчивости Арктического бассейна. В результате изучения тонкой структуры верхнего слоя океана с помощью термокос, термозондов и циклических измерителей скорости звука получены новые данные о мелко- и мезомасштабной изменчивости гидрофизических полей в Центральной Арктике.

Крупные научные результаты достигнуты в изучении процессов взаимодействия атмосферы и океана при наличии ледяного покрова и в оценке их влияния на климатическую систему.

В начале 1970-х годов, когда загрязнение окружающей среды стало проявляться повсеместно, начались исследования химического загрязнения морской среды полярных районов в морских, воздушных и наземных экспедициях. В результате анализа собранных данных был выявлен ряд закономерностей распределения загрязняющих веществ и их фоновый уровень в морской воде и снежно-ледяном покрове. Обнаружен дальний атмосферный перенос этих веществ в центральную часть Арктического

бассейна. Установлено, что антропогенное воздействие проявляется вокруг промышленных районов, отдельных поселений, устьевых областей крупных рек и водных акваторий портов. При этом загрязнено лишь несколько процентов общей площади арктического региона. Оценка степени загрязненности природной среды веществами, поступающими от промышленных предприятий умеренных широт и в самой Арктике, показала, что в наибольшей мере загрязнена атмосфера. Высокая эффективность процессов самоочищения, характерная для воды и снежно-ледяного покрова, обеспечивает относительную чистоту экосистемы Северного Ледовитого океана.

*Морские льды.* Эти льды оказывают сильное и большей частью негативное воздействие на жизнь и хозяйственную деятельность человека в замерзающих районах Мирового океана. Их образование осложняет, а нередко делает невозможным мореплавание, строительство и эксплуатацию морских инженерных сооружений, поиск и добычу полезных ископаемых, прокладку по дну кабелей и трубопроводов, рыболовный, зверобойный промыслы и многое другое. Так как все моря, омывающие берега нашей страны, в большей или меньшей степени зимой покрываются льдом, то рациональное хозяйственное их освоение невозможно представить без научных знаний о морских льдах. Особенно это важно для полярных вод, где тяжелые льды сохраняются большую часть года. Велика роль морских льдов и в формировании климата Арктики. Ко всему этому, морские льды — чувствительный интегральный индикатор состояния природной среды. Это значит, что, наблюдая за развитием морских льдов во времени с помощью ИСЗ, мы можем осуществлять мониторинг климатической системы в целом.

Исследование ледового режима Северного Ледовитого океана и его окраинных морей шло параллельно с совершенствованием системы наблюдений за льдами. На основании данных о распространении морских льдов, их толщине, сплоченности, возрастном составе, торосистости, разрушенности, сроках наступления ледовых фаз, собранных за последние 70—75 лет, выполнен детальный анализ морского ледяного покрова в северном полушарии, изучена его пространственно-временная динамика в сезонном, межгодовом и внутривековом плане. Исследованы процессы образования, нарастания, дрейфа, деформации, таяния и разруше-

ния льда. Установлены факторы, контролирующие их развитие. Разработаны методы расчета и прогноза состояния льда различной заблаговременности. Освоены пути внедрения режимной, текущей и прогностической информации в практику хозяйственной деятельности в Арктике.

Большие исследования были проведены по изучению циркуляции поверхностных вод и льдов в Северном Ледовитом океане. Помимо трансарктического течения, открытого еще Ф. Нансеном, другим важным звеном крупномасштабной циркуляции оказался антициклонический круговорот в западной части Арктического бассейна с центром на  $78^{\circ}$  с. ш. и  $150^{\circ}$  з. д. Трансарктический поток начинается на севере Чукотского моря и, постепенно расширяясь, направляется в район географического полюса, а оттуда в пролив между Гренландией и Шпицбергенем. Справа поток постоянно подпитывается за счет многолетних льдов, захваченных с периферии антициклонического круговорота, а слева — за счет однолетних льдов, выносимых из сибирских арктических морей. Благодаря этому вдоль побережья Сибири формируются сравнительно благоприятные ледовые условия. Площадь льдов, вовлеченных в антициклонический круговорот, занимает около половины всего Арктического бассейна и изменяется со временем на 2,5—3,5 млн. км<sup>2</sup>. Причины дрейфа, его количественные характеристики, пространственно-временные изменения, вынос льда через пролив Фрама в Гренландское море, ледообмен Арктического бассейна с окраинными морями, влияние дрейфа на состояние льдов в этих морях были и остаются предметами исследования ААНИИ. В последнее время большое внимание в исследовании динамики морских льдов было уделено изучению тонкой структуры полей дрейфа. Выявлена сложность поля скорости дрейфа — обнаружены мезомасштабные зоны повышенных и пониженных скоростей дрейфа, вихревые циклонические и антициклонические возмущения размером в десятки километров. Изучено влияние берегов и рельефа дна на структуру полей дрейфа сплоченного льда в арктических морях. Установлена связь между разрывами в ледяном покрове с пространственной неравномерностью дрейфа льда, обусловленной полем ветра и влиянием берегов.

Большая межгодовая изменчивость ледовой обстановки у побережья Сибири и условий мореплавания по СМП потребовали от Арктического института концентрации усилий на изучении гидрометеорологического режима прежде всего окраинных арктических морей (Баренцева, Карского, Лаптевых, Восточно-Сибирского и Чукотского) и разработке для них прогнозов состояния льда. Результаты этих усилий нашли отражение в монографии В. Ю. Визе „Основы долгосрочных ледовых прогнозов для арктических морей” (1944 г.). Касаясь базового принципа долгосрочного прогнозирования, автор указывает, что в основе его должна лежать зависимость состояния ледяного покрова морей от теплового и динамического воздействия атмосферы. Поскольку долгосрочные прогнозы циркуляции атмосферы для Арктики в то время еще не разрабатывались, создание методов ледовых прогнозов пошло по пути поиска прогностических закономерностей без учета метеорологического прогноза. На этой основе были созданы физико-статистические методы прогноза ледовитости, толщины льда, вскрытия и установления припая. Надо сказать, что и после того как стали даваться долгосрочные прогнозы циркуляции атмосферы, эти физико-статистические методы не потеряли своего значения. В их основе лежат устойчивость, преемственность и цикличность в развитии природных процессов.

В результате расширения эмпирической базы в послевоенное время появились новые виды прогнозов, увеличились их заблаговременность и надежность. Этот уровень знаний в изучении морских льдов и прогнозировании ледовых условий был обобщен в монографии коллектива авторов „Основы методики ледовых прогнозов для арктических морей” (1972 г.). Совершенствование знаний о процессах в ледяном покрове, в атмосфере и океане привело также к развитию математического моделирования процессов в ледяном покрове и разработке методов расчета и прогноза. Обзор исследований по моделированию процессов в ледяном покрове приведен в монографии И. Л. Апеля и З. М. Гудковича „Численное моделирование и прогноз эволюции ледяного покрова арктических морей в период таяния” (1992 г.).

Большое развитие в эти годы получили также работы по созданию методов краткосрочных прогнозов ледовых условий, необходимых для планирования и обеспечения морских операций небольшой продолжительности. Весьма перспективным оказался

здесь комплексный ледово-гидрологический прогноз, основанный на закономерностях режима арктических морей в естественных гидрологических периодах (продолжительностью 2—10 суток).

Исследования морского льда как физического тела были начаты Арктическим институтом в 1944 г., когда была создана специальная ледоисследовательская лаборатория. Первые работы были направлены на изучение статического давления морского льда, его грузоподъемности и на разработку методов активной борьбы со льдами. Позднее стали проводиться также исследования физико-механических свойств льда, его структуры, тепловых потоков на нижней и верхней поверхностях ледяного покрова, его теплового баланса. Оказалось, что поток тепла из глубины океана к нижней поверхности льда в центральных районах Арктического бассейна составляет всего  $2,5 \text{ ккал/см}^2$  в год. Поток тепла через лед (за счет потока тепла из воды и теплоты кристаллизации на нижней поверхности льда) равен  $4,5 \text{ ккал/см}^2$  в год. Исследования свойств льда, его структуры и температурного режима позволили изучить распределение прочности льда по толщине в сезонном аспекте. Выявлена роль гидрометеорологических факторов в формировании различных генетических типов льда, изучены механизмы, контролирующие пространственно-временную изменчивость строения ледяного покрова. Крупные научные результаты получены в изучении кристаллического строения и фазового состава арктических льдов. Разработана структурно-генетическая классификация льдов, позволяющая подойти к районированию ледяного покрова по преобладающему типу льдов, их кристаллической структуре и прочностным характеристикам. Сведения о толщине и прочности льда на изгиб позволили судить о потенциальной сопротивляемости ледяного покрова движению судов. Разработаны новые методы расчета несущей способности льда, а также разрушения льда (взрывной, радиационный, аэрации и другие методы). Изучено такое особо опасное явление, как обледенение судов и морских инженерных сооружений, рассмотрены условия его возникновения, предложены средства борьбы с ним, разработан метод прогноза обледенения.

Изучение физических характеристик льда и снега получило сильный импульс в результате использования более совершенных средств измерений, основанных на достижениях радиофизики, электроники, радиотехники, гидроакустики и сейсмоакустики. Получили развитие новые направления исследования (акустика и оптика льда и океана); разработаны новые методы и технические средства активного и пассивного дистанционного зондирования ледяных покровов, применена лазерная техника для изучения динамики морских льдов. На основе материалов натуральных и лабораторных работ выявлена роль гидрометеорологических факторов в формировании генетических типов льда, установлены особенности пространственной неоднородности и сезонной изменчивости в строении ледяного покрова. Разработан метод расчета характеристик прочности, упругости и несущей способности ледяного покрова по известным температуре воздуха, температуре и солености приледного слоя воды, температуре верхней поверхности льда и толщине снежного покрова.

Характеристики акустического поля в полярном океане в некоторой степени зависят от напряженного состояния льдов, вызванного воздействием атмосферных процессов и дрейфом льда. На использовании этой зависимости были разработаны новые акустические методы изучения динамических и термических процессов во льду, его дрейфа и изменения толщины льда. Установлена также связь между физическими характеристиками льда, с одной стороны, скоростью распространения и затухания акустических колебаний, распространяющихся в ледяном покрове, с другой стороны, позволяющая качественно оценить наличие напряжений, превышающих предел длительной ползучести при воздействии динамических и статических нагрузок. С целью разработки теоретических и методических основ радиолокации ледяных покровов ААНИИ проводил исследования электрических свойств пресноводного и морского льда. Были изучены зависимости электрических параметров льда от температуры, физико-химических характеристик, возраста и структуры льда. Результаты этих исследований нашли практическое применение в радиолокационном зондировании морских льдов и ледниковых покровов.

*Исследования полярной атмосферы.* Расширение сети метеорологических, аэрологических и актинометрических станций в



Арктике накануне и после Второй мировой войны сопровождалось быстрым развитием знаний о физических явлениях и процессах в полярной атмосфере, ее метеорологическом режиме, циркуляции, вертикальном строении тропосферы и нижней стратосферы, элементах радиационного баланса. Организация дрейфующих станций, расстановка дрейфующих автоматических радиометеорологических станций (ДАРМС) в районах Центральной Арктики позволили лучше понять ее роль в формировании климата Земли. Большой объем разнообразной метеорологической информации, поступающей из Арктики, ее использование в оперативных целях были бы невозможны без разработки и внедрения автоматизированных систем сбора и обработки гидрометеорологической информации с использованием ЭВМ. Эта необходимость остро ощущалась также в связи с разработкой физико-статистических численных методов гидрометеорологических прогнозов. По инициативе директора института В. В. Фролова, проф. Г. Я. Вангенгейма и под руководством проф. Е. П. Борисенкова в Арктическом институте был создан вычислительный центр, который был лидером в использовании новых технических средств в Ленинграде и сыграл огромную роль в автоматизации сбора, обработки, обобщения гидрометеорологической информации. Вместе с тем вычислительный центр ААНИИ стал хорошей школой подготовки не только технических специалистов, но и программистов, которые в дальнейшем были востребованы в научных учреждениях и разных отраслях народного хозяйства города. Большой вклад в подготовку таких специалистов, во внедрение новых методов обработки и анализа с помощью ЭВМ внесли К. Е. Чернин, Ю. П. Доронин, Ю. В. Николаев.

Первой итоговой работой по изучению метеорологических условий в Арктике была изданная накануне Великой Отечественной войны монография В. Ю. Визе „Климат морей Советской Арктики” (1940 г.). В ней приводятся описания климатических условий и количественные характеристики важнейших метеорологических величин на полярных станциях, полученные по результатам наблюдений. Исследовано документально зафиксированное климатическое колебание 1920—1930-х годов (потепление Арктики), рассмотрены его пространственные проявления, реакция на него природной среды и причины, вызвавшие его развитие. В послевоенные годы изучение метеорологического ре-

жима было продолжено и распространено на центральные районы Арктики. Результаты опубликованы в виде многочисленных справочников, карт, атласов, монографий и статей. Взятые вместе, они достаточно полно раскрывают характер и особенности метеорологического режима Северной полярной области, его изменчивость в годовом и суточном циклах. Изучена роль атмосферной циркуляции, подстилающей поверхности, в частности, морских льдов, морфологических особенностей островов и материковых районов в распределении метеорологических величин, их пространственной и временной изменчивости. Проведено климатическое районирование. Эти и другие результаты изучения метеорологического режима нашли широкое применение не только в науке, но и в хозяйственной деятельности, в обеспечении безопасности и жизнедеятельности человека в Арктике. Были разработаны комплексные характеристики состояния атмосферы, учитывающие совокупное воздействие ряда метеорологических величин на хозяйственные объекты.

Большие работы были выполнены по исследованию климата и физики свободной атмосферы Арктики. Оказалось, что вертикальная термическая структура атмосферы в Арктике совсем не похожа на структуру атмосферы умеренных широт. Отличие состоит в том, что в приземном слое полярной атмосферы до высоты 150—350 м часто наблюдается „холодная пленка” воздуха. Ее образование связано с разрушением приземной инверсии в процессе динамической турбулентности. Выше этой пленки располагаются инверсионные слои, образование которых связывают с радиационным выхолаживанием подстилающей поверхности в зимнее время. Анализ колебаний нижней границы тропопаузы показал, что эти колебания связаны с характером воздушных переносов: при перемещении воздушных масс с юга на север наблюдается более высокая и холодная тропопауза, при перемещении их с севера на юг — более низкая и теплая. Большое внимание было уделено изучению ветра, влажности и плотности атмосферы на высотах. Максимальные скорости ветра в Арктике наблюдаются на 1—2 км ниже тропопаузы. В результате сравнительного анализа вертикальной структуры барических образований в Арктике и в умеренных широтах был обнаружен закономерный рост повторяемости высоких циклонов с увеличением географической широты. На 70° с.ш. повторяемость циклонов,

достигающих поверхности 500 гПа и выше, составляет 80 % их общего количества. Малоподвижные антициклоны в Арктике могут распространяться до поверхности 100 гПа. Изучались также повторяемость, траектории и скорость перемещения барических образований в Арктике в зависимости от времени года. Интересные результаты получены при изучении озона в Арктике. Оказалось, что максимум его содержания приходится на март—апрель, а минимум — на август—ноябрь. При этом от весны к осени содержание озона уменьшается почти вдвое. Установлена тесная связь между содержанием озона и условиями циркуляции в атмосфере. По материалам наблюдений „Летающей метеорологической обсерватории” выполнены исследования микрофизической структуры облаков, их радиационных и оптических свойств. Актинометрические наблюдения, проведенные в этой экспедиции, позволили получить значения альbedo тундры в зависимости от заснеженности ее территории, а также альbedo поверхности моря, покрытого льдом разной сплоченности, разрушенности и возраста в период таяния.

На основе измерений прямой и рассеянной солнечной радиации, альbedo, эффективного излучения и радиационного баланса подстилающей поверхности на полярных станциях были выявлены главные особенности радиационного климата Арктики. При этом из-за слабого развития арктической актинометрической сети, помимо прямых измерений, привлекались методы расчета составляющих радиационного баланса, опирающиеся на связи радиационных потоков с облачностью, температурой, характером подстилающей поверхности и температурой атмосферы. Это позволило получить расчетные значения характеристик радиационного режима для большого числа метеорологических станций, а следовательно, и пространственно-временные характеристики элементов радиационного баланса.

Анализ данных наблюдений показал, что радиационный режим Арктики определяется географическим положением, характером подстилающей поверхности и метеорологическими условиями. Большая прозрачность арктической атмосферы является причиной того, что интенсивность прямой солнечной радиации при одних и тех же высотах солнца здесь примерно на 20 % выше, чем в умеренных широтах. Однако из-за большой облачности и высоких отражательных свойств снега и льда пря-

мая радиация в Арктике составляет всего 20—30 % суммарной, годовые значения которой достигают 60—80 ккал/см<sup>2</sup>. Несмотря на сравнительно большой приток суммарной радиации, годовое значение поглощенной радиации в полярных районах составляет всего 17—20 ккал/см<sup>2</sup> из-за высокого альбеда (50—75 %). Исследования проникновения солнечной радиации в снег, лед и верхний слой моря позволили получить данные о поглощении радиации в зависимости от плотности снега, толщины, сплоченности и разрушенности льда.

Среди элементов метеорологического режима Арктики, изучению которых уделялось внимание с самого начала освоения Северного морского пути, особое место занимала циркуляция атмосферы. Это связано с тем, что циркуляция во многом определяет условия погоды, климата и состояния льда на СМП. Изучение атмосферной циркуляции в Арктике началось с анализа ее режима, выявления особенностей развития и связи с атмосферными процессами за пределами арктической области. Оно проводилось целенаправленно, на основе принципов макроциркуляционного метода, сформулированных Г. Я. Вангенгеймом, а позднее развитых А. А. Гирсом и последователями их научной школы. Важнейший из этих принципов состоит в том, что атмосферные процессы в конкретных физико-географических условиях Арктики являются результатом проявления общей циркуляции атмосферы. В практическом отношении это означает, что изучение и предсказание атмосферных процессов в Арктике следует проводить с учетом макросиноптических процессов всего северного полушария — типов атмосферной циркуляции *W*, *C* и *E* или девятью их разновидностями на полушарии. При этом процесс общей циркуляции атмосферы можно представить в виде закономерно сменяющихся стадий развития. Прогноз атмосферной циркуляции должен строиться, исходя из особенностей ее предшествующего развития.

С учетом этих принципов была изучена специфика проявления форм атмосферной циркуляции *W*, *C*, *E* в Арктике, произведена их классификация, изучены закономерности преобразования этих форм и связанные с этими преобразованиями изменения режима погоды в Северной полярной области. Все это явилось основой метода долгосрочного прогноза атмосферного давле-

ния и температуры, преобладающих направлений береговых ветров и воздушных потоков с большой и малой заблаговременностью (от 3—12 дней до нескольких месяцев). Прогнозы на основе макроциркуляционного метода нашли широкое применение в практике обеспечения мореплавания и хозяйственной деятельности на море и на суше в Арктике. Работы по развитию и совершенствованию метода не прекращались и во все последующие годы. Они были ориентированы на расширение и укрепление теоретической базы прогнозирования, использование расчетных физико-статистических методов анализа и предвычисления метеорологических полей, повышение качества и увеличение заблаговременности прогнозов, распространение прогнозов на Южную полярную область. Изучение внутривековых колебаний форм атмосферной циркуляции и причин, их вызывающих, позволило судить о возможных климатических условиях в Арктике в будущем.

*Изменения в климатической системе.* Первые отечественные исследования по проблеме изменения арктического климата были посвящены феномену 1920—1930-х годов, известному в научной литературе как потепление Арктики. Описание этого феномена, особенностей его проявления и реакции природной среды в той мере, в какой это было возможно на материалах тех лет, было дано В. Ю. Визе еще накануне Великой Отечественной войны. Причину, вызвавшую потепление, он видел в усилении общей циркуляции атмосферы под влиянием изменения солнечной активности. В послевоенный период интерес к проблеме изменения климата не угас, а, напротив, еще более усилился. Этому способствовали широкие обсуждения проектов преобразования природы на основе тепловой мелиорации северных широт, публикации о неустойчивости арктических льдов и о возрастающем влиянии парниковых газов на термическое состояние атмосферы. Поскольку при реализации проектов, направленных на изменение климата, последствия для природы Арктики могут оказаться не просто большими, а катастрофическими, ААНИИ принимал самое деятельное участие в их обсуждении. Наряду с этим продолжалось изучение межгодовых и многолетних изменений всех компонентов климатической системы в Северной полярной области. Некоторые результаты этих исследований представлены ниже.

Наблюдения за морскими льдами в Северном Ледовитом океане в XX столетии позволили обнаружить значительные межгодовые и многолетние изменения в их распространении. Характер этих изменений дает основания выделить четыре внутривековые стадии в их развитии: две стадии разрастания (1900—1918 и 1938—1968 гг.) и две стадии сокращения (1918—1938, 1968—1996 гг.) ледяного покрова, происходящие на фоне векового сокращения их площади. Параметры линейных трендов составили: для стадий разрастания 169 и 122 тыс. км<sup>2</sup> /10 лет соответственно, а для стадий сокращения —200 и —122 тыс. км<sup>2</sup> /10 лет, в целом за период 1900—1996 гг. — 56 тыс. км<sup>2</sup> /10 лет. Анализ причин, вызвавших эти изменения в распространении морских арктических льдов, показал, что они обусловлены в основном не колебаниями термических условий в атмосфере, а структурными перестройками в верхнем слое океана (экспансией и отступанием поверхностных арктических вод). Дело в том, что образование морского льда зависит от соотношения потоков тепла на поверхности моря. Лед образуется в том случае, если отток тепла в атмосферу с поверхности моря превышает приток из глубины океана. Интенсивность притока (вертикального потока тепла в океане) в холодное время года зависит от конвекции, а та, в свою очередь, — от распределения плотности воды по глубине. При низких температурах воды (условия, характерные для полярных вод) плотность в основном зависит от солености. В Арктическом бассейне, с устойчивой стратификацией поверхностной водной массы, обусловленной пониженной соленостью, развитие конвекции ограничено (50—75 м) тонким слоем. Ее развитию препятствует галоклин, формирующийся на границе между поверхностными арктическими и теплыми атлантическими водами. Галоклин в полярном океане играет ту же роль, что и задвижка в печи, — препятствует выносу тепла к поверхности океана и таким образом создает необходимые предпосылки для образования льда. Так как за пределами галоклина отток тепла в атмосферу компенсируется его поступлением из глубин океана, то распространение морских льдов ограничено областью галоклина. Достигнув внешней границы этой области, ледяной покров прекращает свое развитие в горизонтальном направлении.

Вертикальная структура вод в Северном Ледовитом океане обеспечивает высокую устойчивость морских льдов к изменениям внешних климатообразующих факторов. В условиях дефицита энергии, который характерен для областей стока энергии, ледяной покров зимой всегда восстанавливается, даже в случае его полного исчезновения в летнее время. Только изменив эту структуру, открыв „задвижку”, можно обеспечить возврат к безледному режиму океана.

Таким образом, существует связь между образованием и распространением льдов в глубоком море и строением его верхнего слоя. Связь эта предполагает возможность двух характерных режимов в Арктике: безледного и ледового. Переход от безледного режима к ледовому и обратно происходит в результате перестройки вертикальной структуры водной толщи, сопровождающейся формированием или вырождением галоклина вблизи поверхности океана.

С другой стороны, изменения площади галоклина во времени, вызванные нарушениями пресноводного баланса Северного Ледовитого океана, должны сопровождаться соответствующими изменениями площади морских льдов. Чтобы зимой льды полностью покрыли, скажем, Гренландское и Баренцево моря, совсем не обязательно понижать температуру атмосферы. Достаточно распространить в моря опресненные арктические воды и перекрыть поток океанического тепла из глубин. Сокращение размеров галоклина, напротив, будет сопровождаться уменьшением площади арктических льдов. Поэтому представление, что морские льды лишь „откликаются” на изменения в атмосфере, справедливо только отчасти. Климатически обусловленными в основном можно считать изменения площади морского льда летом, когда решающее значение в таянии ледяного покрова имеют радиационные и термические факторы.

Важные результаты были получены в отношении внутривектовой динамики термического состояния атлантического слоя в Арктическом бассейне (с конца XIX столетия, т. е. с момента первых глубоководных измерений температуры на околополюсном пространстве до наших дней). Эта динамика отражает реакцию океана на изменения в климатической системе, происходившие за это время. Эти результаты указывают на разогрев атлантического слоя. Так, максимальная температура атлантических

вод в точке 80° 46' с.ш., 125° 09' в.д. повысилась с 0,3 °С в 1894 г. до 1,34 °С в 1955 г., 1,39 °С в 1966 г. и 1,83 °С в 1995 г. За столетний период эта температура поднялась в 6 раз. Все это позволяет говорить о вековом усилении влияния Атлантического океана на состояние льдов, погоды и климата в Арктике. Повышение температуры сопровождалось увеличением объема атлантических вод, толщины их слоя и подъемом их верхней границы. Есть основания считать, что эти изменения в состоянии атлантического слоя не были монотонными, а носили скачкообразный характер. Первый скачок с низкого уровня теплового состояния на более высокий произошел с 1918 на 1919 г., второй — с 1989 на 1990 г. После каждого из этих скачков новый уровень теплового состояния с небольшими вариациями продолжает сохраняться. Последний скачок, в отличие от первого, хорошо зафиксирован документально. Его последствия сказались на большей части Арктического бассейна.

Большие усилия традиционно были направлены на изучение изменений климатического масштаба в арктической атмосфере. Известно, что именно в полярной области эти изменения выражены наиболее ярко. Уже одно это делало Арктику особенно притягательной для исследования не только динамики климата, но и факторов, ее определяющих. Первые шаги в этих исследованиях были направлены на выявление пространственно-временных изменений термического режима приземной атмосферы с начала инструментальных наблюдений. Было установлено, что эти изменения имеют сложную пространственно-временную структуру, о чем свидетельствуют результаты климатического районирования Северной полярной области. Выделено шесть однородных районов: Западно-Европейский, Западно-Сибирский, Восточно-Сибирский, Чукотский, Аляскинский и Канадский. Различия между районами проявились особенно заметно в положении главных очагов повышения температуры в период 1980—1990 гг. Для Северной полярной области изменение среднегодовой температуры в XX столетии характеризовалось положительным линейным трендом. На фоне этого роста температуры происходили колебания меньшего, внутривекового масштаба (потепление 1920—1930-х годов, сменившее его похолодание и новое потепление в последние десятилетия XX в.). Причиной, вызвавшей эти колебания, признаются изменения в циркуляции



атмосферы, контролирующей переносы тепла и влаги в высокие широты.

*Исследования геофизических процессов.* Исследования проводились на основе данных сети геофизических наблюдений и включали: вариации геомагнитного поля, состояние высокоширотной ионосферы и условия распространения радиоволн.

Начало первых магнитных наблюдений, осуществляемых на постоянной основе в Арктике, относится к 1923 г., когда в проливе Маточкин Шар на Новой Земле вошла в строй магнитная обсерватория. В период проведения Второго международного полярного года (1932—1933 гг.) такого рода наблюдения стали проводиться еще в двух пунктах: в бухте Тихой на Земле Франца-Иосифа и на острове Диксон. В 1956—1957 гг. (Международный геофизический год) к этому списку добавились: бухта Тикси, мыс Челюскин, острова Хейса, Уэлен. Как отмечалось ранее, магнитные измерения уже в конце 1930-х годов были распространены и на районы Центральной Арктики. Послевоенные Высокоширотные воздушные экспедиции и дрейфующие станции позволили выполнить площадную съемку и подготовить магнитные карты Арктики. На основе материалов магнитных измерений было развито представление о спиральности изохрон максимумов утренних магнитных возмущений и показано существование второй зоны максимума магнитных возмущений, расположенной в приполюсной области. Обнаружена зависимость интенсивности утренних, дневных и вечерних возмущений от географического положения пункта наблюдения. Впервые было обнаружено и доказано влияние толщ океана на вариации  $Z$ -компоненты геомагнитного поля. Построены синоптические карты магнитной активности разных сезонов и времени суток для эпох максимума и минимума солнечной активности. Проведены исследования природы „гигантских” микропульсаций геомагнитного поля РС-5. В 1980—1990-х годах большое внимание было уделено изучению связи геофизических процессов в полярных шапках с параметрами солнечного ветра и возможности прогнозирования магнитосферных суббурь. Разработан метод расчета специального диагностического индекса РС, характеризующего глобальное состояние магнитосферы, по магнитным данным одной околополюсной станции. Этот индекс признан мировой научной общественностью и включен в перечень оперативных ха-

рактических, используемых в ряде спутниковых проектов. По данным наблюдений за полярными сияниями на станции Восток была изучена морфология и физика специфических форм сияний, наблюдающихся в полярных шапках только в периоды северной ориентации межпланетного поля. В эти же годы проводилось исследование тонкой структуры и динамики геофизических процессов в авроральной зоне. Одним из наиболее важных результатов этого направления исследования являются разработка метода и расчет электрических полей и токов, генерируемых в высокоширотной ионосфере продольными электрическими токами магнитосферного происхождения, и разработка эмпирической модели продольных магнитосферных токов как функции вертикального и северного компонентов межпланетного магнитного поля.

Первые же наблюдения за ионосферой и условиями распространения радиоволн показали, что появление полярных сияний и возмущения геомагнитного поля значительно ухудшают качество радиосвязи. Поскольку эти явления с наибольшей частотой и интенсивностью проявляются в высоких широтах, то это и определило необходимость организации здесь регулярных ионосферных наблюдений сначала в окраинной, а затем и в центральной части Арктики, на дрейфующих станциях. Отечественная сеть риометрических наблюдений к 1970-м годам оказалась самой разветвленной в мире. Наиболее существенные результаты исследований высокоширотной ионосферы сводятся к следующему. Проведены фундаментальные исследования физики, морфологии и природы аномального поглощения радиоволн в ионосфере высоких широт. Исследована морфология и природа крупномасштабных структурных особенностей верхней высокоширотной ионосферы полушарий Земли. Составлены карты распределения электронной концентрации в слое  $F$  для различных уровней солнечной и геомагнитной активности. Исследованы закономерности распределения спорадической ионизации в слое  $E$  высокоширотной ионосферы различных видов. Построены карты распределения  $E_s$  в высоких широтах для различной солнечной и магнитной активности. Исследованы общие закономерности поведения ионосферы в приполюсных областях. Проведены исследования природы и динамики регулярного поглощения радиоволн в высокоширотной ионосфере, природы и

динамики главного ионосферного провала. Выполнен ряд основополагающих работ по физике взаимодействия солнечных космических лучей с высокоширотной ионосферой.

### Антарктика

В 1951 г. бюро Международного совета научных исследований при Организации Объединенных Наций призвало страны провести в рамках предстоящего Международного геофизического года (1957—1958 гг.) наблюдения в Антарктике — одной из наименее изученных областей нашей планеты. Академия наук СССР изъявила готовность направить экспедицию для геофизических исследований на самом континенте и в водах Южного океана. Была создана комиссия по антарктическим исследованиям под председательством академика Д. И. Щербакова. Уже осенью 1955 г. СССР направил к берегам шестого континента на дизель-электроходах „Обь” и „Лена” Комплексную антарктическую экспедицию под руководством М. М. Сомова, которая должна была построить на берегу моря Дейвиса научную базу (обсерватория Мирный) для наблюдений по программам этого года. Предполагалось также создание станции в районе Южного геомагнитного полюса. Программы исследований предусматривали организацию и проведение наблюдений по аэрометеорологии, геофизике, аэрофотограмметрии, гляциологии, геологии и физической географии, океанологии, гидрографии, биологии и химии океана. Вместе с СССР в работе по программам МГГ в Антарктике принимали участие Австралия, Англия, Аргентина, Бельгия, Новая Зеландия, Норвегия, США, Франция, Япония, Чили и ЮАР. Первый год работы на шестом континенте оказался наиболее трудным, так как помимо наблюдений приходилось строить и обустраивать саму станцию, привыкать к капризам антарктической погоды. Зимовка прошла успешно, запланированные работы к началу Международного геофизического года (1 июля 1957 г.) в основном были выполнены. Второй комплексной антарктической экспедиции предстояло продолжить начатые и организовать новые научные наблюдения. Самой сложной задачей, стоявшей перед этой экспедицией, было создание внут-

риконтинентальной станции в районе геомагнитного полюса (станция Восток, открыта в декабре 1957 г.).

По окончании Международного геофизического года государства-участники согласились продолжить исследования и заключили Договор об Антарктике, который с 23 июня 1961 г. вступил в силу. Этот Договор провозглашал использование Антарктики исключительно в мирных целях и запрещал любые мероприятия военного характера, такие как создание военных баз и укреплений, проведение военных маневров и испытаний любых видов оружия. Он также замораживал статус-кво в Антарктике в отношении территориальных претензий и основ для будущих претензий, провозглашая в то же время принцип свободы научных исследований в Антарктике.

По распоряжению Совета Министров СССР от 25 июня 1958 г. была организована Межведомственная комиссия по изучению Антарктики. Вся работа по организации и координации исследований на шестом континенте и в Южном океане была возложена на ААНИИ. С 1959 г. экспедиция стала называться Советской антарктической экспедицией. В ее работе принимают участие специалисты Гидрометслужбы России, Российской академии наук, Министерства транспорта, Главного управления геодезии и картографии, Комитета по геологии и использованию недр и ряда других ведомств. Для выполнения научных программ круглогодичных и сезонных исследований в разное время было создано 14 круглогодично действующих станций (табл. 2) и 11 сезонных станций, предназначенных для выполнения геолого-геофизических наблюдений. Часть станций после выполнения программ работ, а также из-за недостатка финансовых средств была закрыта. В настоящее время продолжают работать российские станции Мирный, Новолазаревская, Восток и Беллинсгаузен. На антарктическом континенте и в водах Южного океана проводятся разнообразные экспедиционные и стационарные исследования, включая и исследования гидрометеорологического характера. В лучшие времена на самом континенте одновременно работали до 7 наших круглогодичных станций наблюдений, расположенных по всему периметру континента (Мирный, Восток, Молодежная, Новолазаревская, Ленинградская, Русская, Беллинсгаузен), не считая сухопутных и морских экс-

педиционных наблюдений, проводимых в летнее время. Наша страна внесла большой вклад в исследование Антарктики. Правовое обеспечение российского присутствия в Антарктике и представительство России в системе Договора об Антарктике осуществляет Министерство иностранных дел Российской Федерации.

В настоящее время в связи с возросшими требованиями по охране окружающей среды осуществляется модернизация российских антарктических станций. С ее окончанием продолжают свои работы обсерватория Мирный, станции Прогресс, Новолазаревская, Беллинсгаузен и Восток.

Таблица 2

Основные сведения о российских круглогодичных научных станциях в Антарктиде

Название	Дата открытия	Координаты		Высота над уровнем моря	Численность персонала
		Широта, южная	Долгота		
Мирный	13.02.56	66° 33'	93° 01' в.	35	43—145
Пионерская	27.05.56	69° 44'	93° 30' в.	2741	4—5
Оазис	15.10.56	66° 16'	100° 45' в.	29	2—14
Восток-1	12.04.57	72° 08'	96° 35' в.	3252	8
Комсомольская	12.04.57	74° 06'	94° 30' в.	3500	2—7
Восток	16.12.57	78° 28'	106° 48' в.	3488	12—27
Советская	16.02.58	78° 23'	87° 32' в.	3662	6
Лазарев	10.03.59	69° 59'	12° 55' в.	24	7—11
Новолазаревская	18.01.61	70° 40'	11° 50' в.	99	12—28
Молодежная	23.02.62	67° 40'	45° 50' в.	42	11—147
Беллинсгаузен	22.02.68	62° 12'	58° 54' в.	14	11—23
Ленинградская	25.02.71	69° 30'	159° 24' в.	304	7—17
Русская	9.03.80	74° 43'	137° 07' з.	100	11—13
Прогресс	1.04.88	69° 24'	76° 24' в.	64	15—24

## Научные результаты

Научные материалы, собранные отечественными антарктическими экспедициями, являются основой существующих знаний о природных условиях Антарктики. Они широко используются при решении разнообразных научных проблем, изучении океанологических, метеорологических, геофизических, геологических, биологических явлений и процессов, в физической географии антарктического региона и при научно-оперативном обеспечении рыболовства и судоходства в Южном океане.

*Метеорологический режим, климат и палеоклимат.* Материалы наблюдений отечественных и зарубежных станций послужили базой для изучения современного метеорологического и радиационного режима антарктической атмосферы, атмосферной циркуляции, изменений современного климата и условий формирования над Антарктикой так называемой „озоновой дыры”. На основе обобщения данных наблюдений создана модель циркуляции атмосферы над Антарктидой, изучено взаимодействие этой циркуляции с глобальной атмосферой. Оценка трендов температуры приземной атмосферы за последние 30—40 лет показала неоднородность современных климатических изменений на континенте. В Восточной Антарктиде наряду с районами, где тренд приземной температуры воздуха положительный, существуют районы с отрицательным трендом. Одним из наиболее значимых научных проектов, выполняемых в настоящее время международным сообществом, является проект по исследованию глобальных изменений климата и причин этих изменений. Антарктика представляет в этом отношении особый интерес в силу того, что является своеобразным природным архивом, хранящим информацию о палеоклимате не только Антарктиды, но и всей нашей планеты. Фундаментальный вклад в исследования глобальных изменений климата в прошлом дали работы по глубокому бурению ледникового щита на станции Восток. Достигнутая в 1998 г. глубина ледовой скважины 3623 м, при общей толщине льда 3740 м, позволила получить информацию об изменчивости характеристик атмосферы за последние 420 тыс. лет, что соответствует 5 периодам глобального потепления и 4 периодам похолодания климата. Палеоклиматические данные, полученные при анализе ледниковых кернов и донных отложений антар-

ктических озер, показали, что на протяжении предшествующих 250 тыс. лет колебания температуры атмосферы, концентрация в ней парниковых газов и аэрозоля происходили синхронно с колебаниями орбитальных параметров движения нашей планеты в солнечной системе. Обнаруженное в районе станции Восток крупное подледниковое озеро, соизмеримое по размерам своего зеркала с озером Онтарио, хранит в себе информацию о климатической ситуации на протяжении более 1 млн. лет назад. Полученные данные дают исчерпывающие сведения об изменчивости климата под действием планетарных процессов и необходимую информацию для прогнозирования этих процессов в будущем.

Результаты, достигнутые российскими учеными в изучении ледникового покрова Антарктиды, представляют огромный интерес для мировой науки.

*Океанографические исследования.* Изучены основные закономерности крупномасштабной изменчивости антарктического морского льда и контролирующие эту изменчивость физико-географические факторы, сформулирована рабочая гипотеза эволюции морского ледяного покрова. Колебания ледовитости Южного океана проявляются в виде полициклических автоколебаний в системе взаимодействующих сред Южной полярной области. При этом распространение и морфология циркумполярного ледового пояса определяются термохалинной структурой и циркуляцией вод. В свою очередь, структура гидрофизических полей деятельного слоя антарктической зоны океана во многом зависит от ее пресноводного баланса, решающий вклад в который вносит жидкий и айсберговый сток с континента.

Подготовлена наиболее полная (37 тыс. станций) база океанографических данных и на ее основе издан российско-германский „Океанографический атлас Южного океана”. С помощью созданной прогностической 24-уровневой модели рассчитана циркуляция вод Южного океана с учетом реальной топографии дна. Исследована циркумполярная система течений Южного океана. Установлены ее пространственные границы, определены средние климатические расходы течений, выявлены основные потоки, соответствующие фронтальным разделам. Найденные закономерности позволили дифференцированно подходить к определению наиболее продуктивных районов для промышленного использования биологических ресурсов Южного океана. Изучено

распределение полей гидрохимических элементов во всей толще вод Южного океана, определено содержание приоритетных загрязняющих веществ (нефтяные, хлорированные и полиароматические углеводороды, тяжелые металлы). Выполнен уникальный российско-американский эксперимент на дрейфующей станции „Уэдделл-1” в Южном океане (начальник станции В. В. Лукин): проведен анализ водных масс в ранее неисследованной части моря Уэдделла, выявлены особенности их структуры и степень трансформации. Проведены измерения и получены количественные оценки потока тепла из океана в атмосферу через ледяной покров в этом море.

В рамках Международного года океана Российской антарктической экспедицией в Южном океане с борта научно-экспедиционного судна „Академик Федоров” в марте 1998 г. были проведены исследования по физической океанографии залива Прюдс и моря Содружества. Они были нацелены на изучение процессов формирования холодных шельфовых вод в районе прибрежной полыньи и у барьера шельфового ледника Эймери.

*Геофизические исследования.* Материковое положение геомагнитного полюса в Антарктиде и возможность проведения постоянных наземных наблюдений в области южнополярного капса предоставляют прекрасную возможность исследовать механизм взаимодействия „солнечного ветра” с магнитосферой Земли и подойти к разработке методов диагностики и прогнозирования состояния магнитосферы и ионосферы. Магнитное поле Земли, которое простирается в космическое пространство, играет основную роль в захвате энергии солнечного ветра, трансформируя энергию в количество движения и направляя ее в атмосферу Земли. Хаотические изменения в межпланетном поле приводят к крупномасштабной перестройке всех процессов на границе магнитосферы и вызывают высыпание авроральных частиц, генерацию полярных сияний и формирование трехмерных токовых систем, ответственных за возмущение магнитного поля Земли. Совокупность этих факторов, объединенных общим термином „космическая погода”, существенным образом влияет на функционирование ряда инженерных систем.

*Биологические исследования.* Исследования в Антарктике установили видовой состав флоры и фауны региона, а также остатков микроскопических диатомовых водорослей и радиоля-



рий в донных осадках Южного океана и в антарктических морях. Была обоснована гипотеза трансокеанского расселения вторично-глубоководных видов бореально-тихоокеанского происхождения через область пролива Дрейка до абиссальных районов Северной Атлантики и Арктики. Открыта новая эндемичная фауна глубоководных (до 5500 м) липаровых рыб, представленная 37 видами, из которых 28 являются новыми для науки видами. Установлено систематическое положение ископаемой рыбы из эоцена Западной Антарктики, которая оказалась предковой формой — новый род и вид подотряда нототеноидных рыб, составляющих основу коренной ихтиофауны Антарктики. Изучены распределение, запасы и возможности промыслового использования антарктических придонных (нототеноидных) и мезопелагических рыб, антарктического криля и кальмаров. Даны подробные рекомендации по рациональному использованию этих биоресурсов как российским, так и международным организациям — Научному комитету по изучению Антарктики (СКАР) и Комиссии по сохранению морских живых ресурсов Антарктики (АНТКОМ).

*Геологические исследования.* Особую ценность для интересов России представляют комплексные геолого-геофизические исследования. Геолого-геофизическое изучение Антарктиды и ее шельфа позволило не только выявить фундаментальные закономерности геологического строения и разработать новые модели геодинамической эволюции земной коры региона, но и подойти к оценке его перспектив в отношении полезных ископаемых. По ряду районов (Земля Королевы Мод, Земля Эндерби, горы Принс-Чарльз, шельфы морей Уэдделла и Содружества) решающий вклад в эту оценку был сделан именно российскими специалистами. Ими обнаружены крупные скопления железных руд и каменного угля, проявления полиметаллов, золота, алмазов, признаки присутствия других металлоносных геологических формаций, выполнено предварительное минерагеническое районирование Антарктического щита. Крупномасштабные съемки в практически неисследованных осадочных бассейнах морей Уэдделла и Содружества внесли существенные уточнения в представления о нефтегазоносности окраинных морей антарктического материка. Осуществлено структурно-нефтегеологическое районирование главных осадочных бассейнов на континенталь-

ной окраине Антарктиды, общая площадь которых сопоставима с крупнейшими нефтегазоносными провинциями арктического шельфа.

*Топографо-геодезические, картографические и гидрографические работы.* Для обеспечения геолого-геофизических работ и других исследований на значительной части антарктического континента с помощью отечественных космических аппаратов была проведена фотосъемка, с использованием которой были разбиты обширные фотограмметрические сети. Это позволило создать большой объем топографических и тематических карт разнообразнейших масштабов и областей применения.

Создан фундаментальный Атлас Антарктики и подготовлено его второе издание. С целью обеспечения безопасности мореплавания в Главном управлении навигации и океанографии Министерства обороны Российской Федерации были созданы многочисленные навигационные карты и пособия по районам работ отечественного флота в Антарктике.

*Информационное обеспечение.* В настоящее время в России имеются почти сорокалетние ряды непрерывных наблюдений за большинством исследуемых параметров окружающей среды. Для некоторых из них отработана технология хранения и обработки информации и созданы архивы и базы данных на современных компьютерных носителях. Однако резолюции Консультативного совещания стран—участниц Договора об Антарктике требуют создания компьютерных национальных информационных баз по всем объектам исследований, доступных для свободного международного обмена. Эти базы должны содержать только метаданные о месте и времени проведения исследований, их структуре и объемах, объеме полученной информации, ее характере и виде представления, а также реквизиты тех госфондов, где хранится эта информация. Непосредственно сами базы данных, архивы или коллекции будут доступны мировому сообществу после заключения специальных договоров с этими госфондами.



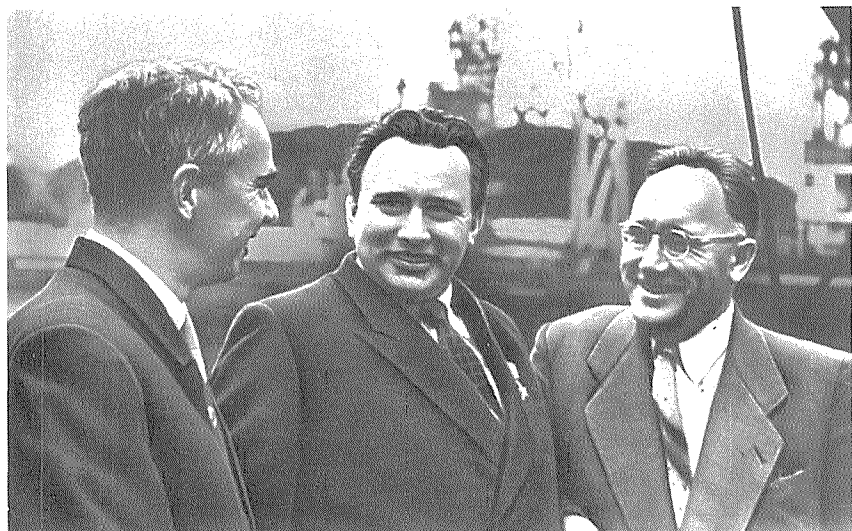
Семинар по контролю выбросов в атмосферу. Ленинград, октябрь 1986 г. Ю. С. Цатуров  
(на трибуне), в президиуме (слева направо): М. Е. Берлянд, И. М. Марковец,  
Е. П. Борисенков, А. С. Зайцев.



Пункт наблюдений за состоянием атмосферного воздуха в городе.



Передвижная микролаборатория контроля качества воды.



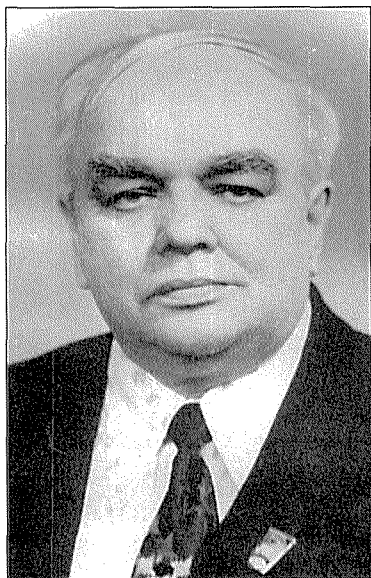
Начальники Советских антарктических экспедиций М. М. Сомов, А. Ф. Трешников и А. Г. Дралкин.

Георгий Яковлевич Вангенгейм — основоположник и руководитель научной школы макрометеорологических исследований, позволивших разработать макроциркуляционный метод долгосрочных прогнозов применительно к полярным районам Арктики и задачам гидрометеорологического обеспечения мореплавания на трассе Северного морского пути.



Александр Александрович Гирс. Вел научные работы по изучению вертикальной структуры форм атмосферной циркуляции и совершенствованию макроциркуляционного метода долгосрочных и сверхдолгосрочных прогнозов погоды в Арктике.





Павел Афанасьевич Гордиенко — один из основоположников изучения ледяного покрова как среды судоходства; основные научные интересы — ледовый режим Северного Ледовитого океана, ледовые условия плавания в замерзающих морях.



Юрий Васильевич Николаев. Внес большой вклад в развитие и применение математических методов в гидрометеорологии, в частности в области ледовых прогнозов, в исследования процессов взаимодействия океана и атмосферы и их влияния на климат высоких и умеренных широт.

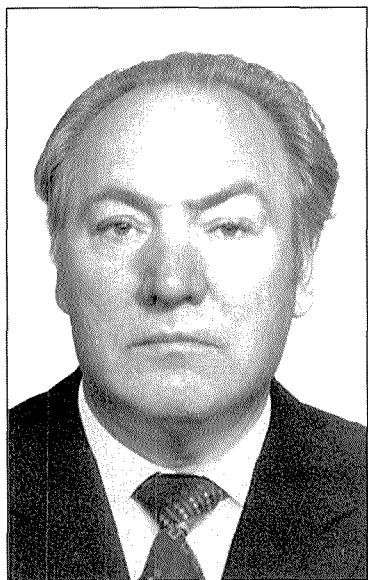
Владимир Тимофеевич Тимофеев.  
Основное направление научных исследований — структура и циркуляция вод Северного Ледовитого океана и их взаимодействие с водами Атлантического и Тихого океанов.



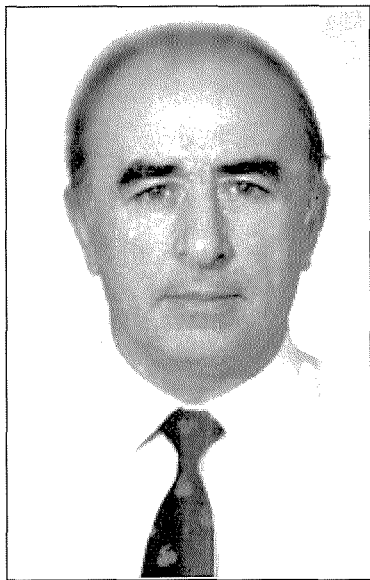
Николай Иванович Блинов —  
начальник станций СП-8, СП-17, СП-26,  
начальник шести экспедиций „Север”.



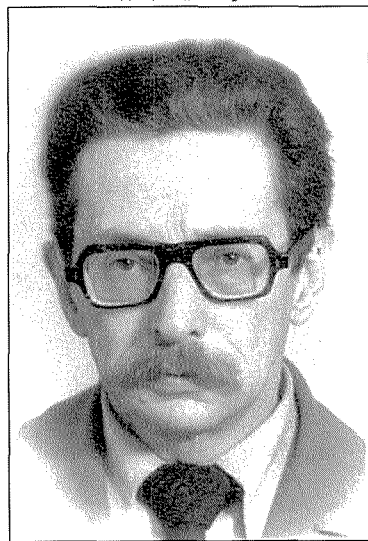




Илья Павлович Романов—  
начальник станций СП-5, СП-8, СП-18,  
начальник трех экспедиций „Север”,  
начальник летных отрядов двух экспе-  
диций „Север”.



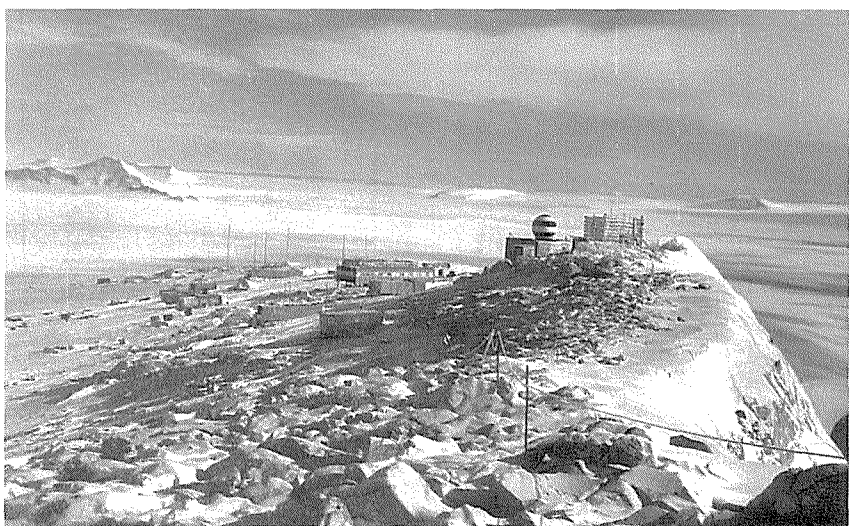
Павел Кононович Сенько—  
начальник двух сезонных и двух зимо-  
вочных САЭ.



Александр Вульфович Чирейкин.  
Многократно был начальником летного  
отряда экспедиции „Север”.



Ветераны-полярники ААНИИ у здания Росгидромета. Май 2002 г. (65 лет СП-1).



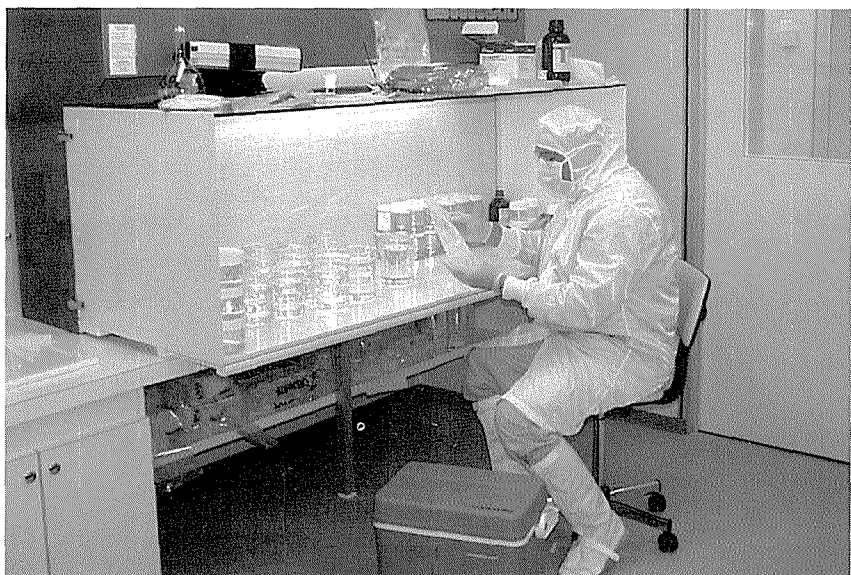
Станция Ленинградская в Антарктиде. 1980-е годы.



Атомный ледокол „Арктика” в приполюсном рейсе.



Керн льда из буровой на станции „Восток” в Антарктиде.



Микробиологическая лаборатория, где исследуется керн льда со станции „Восток”.



Станция СП-32. 2003 г.



На открытии СП-33. Сентябрь 2004 г.



Директор Гидрометеоздата  
Артемий Николаевич Михайлов  
(с 1963 по 1976 г.).



Директор Гидрометеоздата  
Юлия Владимировна Власова  
(с 1976 по 1989 г.).



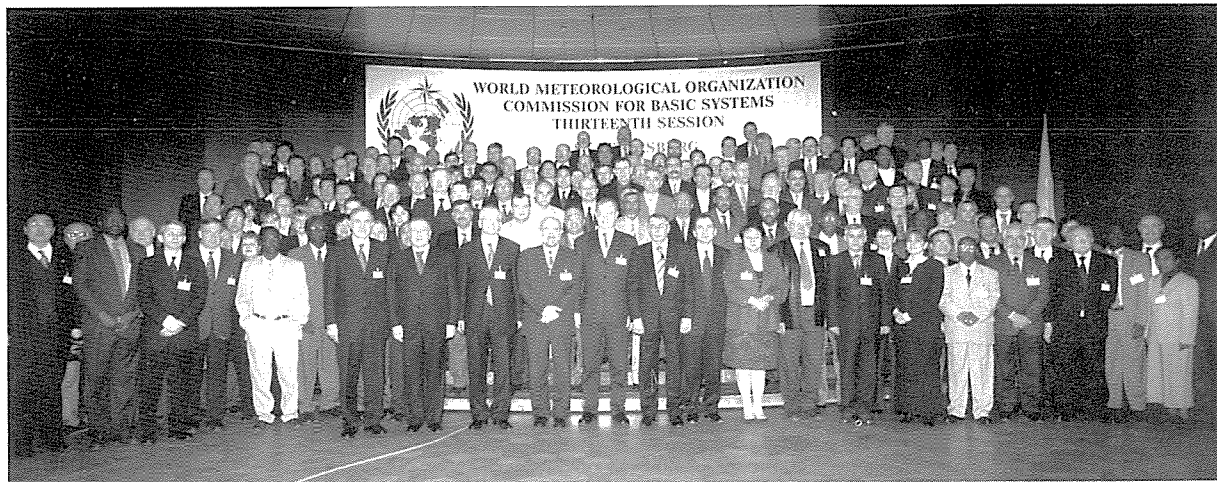


Книги, выпущенные издательством „Гидрометеоиздат“ в 1999—2004 гг.

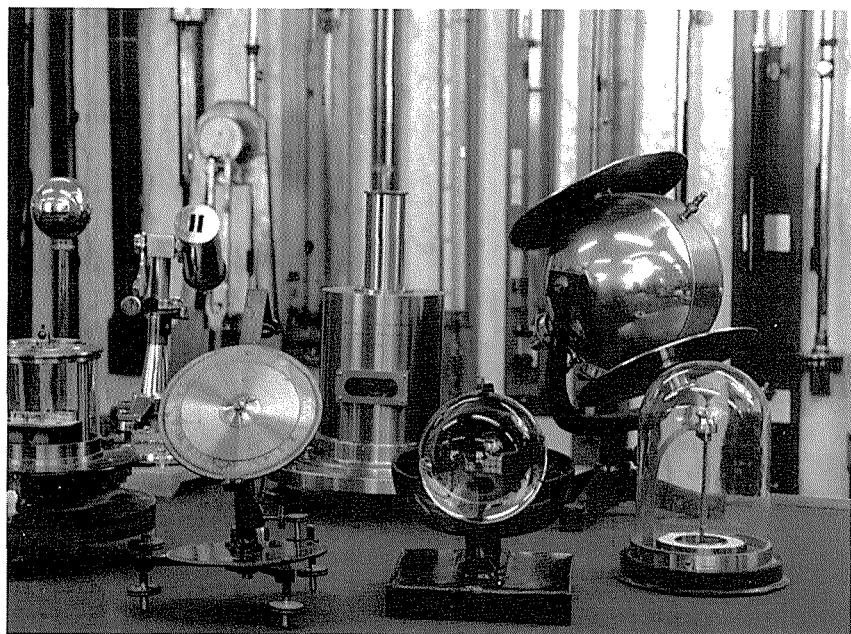


Подписание российско-германского договора о создании в ААНИИ лаборатории морских полярных исследований им. О. Ю. Шмидта. Директор ААНИИ И. Е. Фролов (слева) и директор Института полярных и морских исследований (Германия) И. Тиде.





Тринадцатая сессия Комиссии ВМО по основным системам. Санкт-Петербург, 1 марта 2005 г.



Одна из экспозиций в Музее метеорологических приборов ГГО.

## РАЗВИТИЕ НАБЛЮДЕНИЙ И ИССЛЕДОВАНИЙ ПО АЭРОЛОГИИ

### Наблюдения в свободной атмосфере с помощью воздушных шаров

В России достаточно надежные измерения температуры воздуха на аэростате впервые были выполнены академиком Я. Д. Захаровым в 1804 г. Научные полеты на воздушных шарах в России возобновились в 1868 г., их выполняли М. А. Рыкачев, М. М. Поморцев; на воздушных шарах летали Д. И. Менделеев, С. И. Савинов, В. В. Кузнецов, Н. Н. Калитин и др. Результаты первых полетов были обработаны и опубликованы в 1881 г. М. М. Поморцевым.

С 1940 г. свободные аэростаты широко использовались для исследований атмосферы Аэрологической обсерваторией Центрального института прогнозов и затем с 1941 г. — Центральной аэрологической обсерваторией (ЦАО). В 1946—1952 гг. в ЦАО был выполнен обширный комплекс наблюдений на свободных аэростатах, находящихся в длительном дрейфе. Были осуществлены измерения одновременно на нескольких аэростатах, летящих на разной высоте. Аэростаты оснащались разнообразной аппаратурой для метеорологических и актинометрических наблюдений. Исследования на аэростатах проводили А. М. Боровиков, С. С. Гайгеров, В. Г. Кастров, В. А. Белинский, П. Ф. Зайчиков, В. Д. Решетов, Н. З. Пинус и др. В. А. Белинский, проанализировав результаты актинометрических наблюдений на аэростатах, впервые определил вертикальные, горизонтальные и временные вариации солнечной радиации (прямой, рассеянной, отраженной и суммарной). Им же были оценены альbedo различных поверхностей и другие радиационные параметры. В. Г. Кастров и С. С. Гайгеров выполнили уникальные исследования термической трансформации движущегося воздуха; А. М. Боровиков получил первые отечественные данные о физическом строении облаков.

Первый удачный полет стратостата в СССР был осуществлен 30 сентября 1933 г., когда стратонавты Г. А. Прокофьев, К. Д. Годунов и Э. К. Бирнбаум поднялись на стратостате

„СССР-1” на высоту 19 000 м и выполнили большой комплекс наблюдений. Впоследствии в связи с большой сложностью организации полетов пилотируемых стратостатов их стали проводить очень редко.

В 1948 г. в ЦАО под руководством Г. И. Голышева и А. С. Масенкиса был создан автоматический аэростат для проведения измерения атмосферных параметров и малых газовых составляющих в стратосфере.

Во время полетов на стратостатах изучалась интенсивность космических лучей и солнечной радиации, брались пробы воздуха, проводились наблюдения за оптическими и электрическими явлениями и др.

### Шаропилотные наблюдения и шары-зонды

Первые выпуски шаров-пилотов (тогда еще бумажных) были выполнены в 1806 г. русскими моряками во время кругосветного плавания под руководством И. Ф. Крузенштерна.

Для наблюдения за шарами-пилотами с земли были сконструированы специальные теодолиты. В. В. Кузнецов и П. А. Молчанов предложили очень простые и удобные в работе теодолиты, которые применялись в течение нескольких десятков лет.

Первые регулярные выпуски шаров-зондов в России начали проводить в 1901 г. в Павловской обсерватории (под Петербургом). В СССР применяли метеорографы В. В. Кузнецова, а затем П. А. Молчанова. С помощью шаров-зондов была достигнута рекордная высота — около 36 000 м. Такие наблюдения проводились до начала 1930-х годов.

### Самолетное зондирование

В России самолетное зондирование атмосферы было предложено выдающимся русским ученым А. А. Фридманом. В 1916 г. в районе Киева было выполнено несколько полетов, во время которых с борта самолета измерялась температура. Работая в Павловской аэрологической обсерватории (1913—1915 гг.),

А. А. Фридман разработал инструкцию по обработке метеорограмм и данных шаропилотных наблюдений.

В 1921—1922 гг. в Павловской обсерватории был сконструирован самолетный метеорограф. С 1921 г. в Московской аэрологической обсерватории по инициативе В. И. Виткевича началось систематическое самолетное зондирование атмосферы. Советское правительство, несмотря на трудности того времени, придало обсерватории для этих целей специальный авиационный отряд. Самолетное зондирование позволило получить первые достаточно точные и более или менее систематические данные о распределении температуры и влажности воздуха в нижней тропосфере, а главное — о вертикальном строении и других характеристиках облачных слоев.

Начиная с 1945 г. самолеты стали широко применяться для исследования арктических районов, где было невозможно проводить систематические выпуски радиозондов. В 1948 г. начала работать летающая метеорологическая обсерватория Арктического научно-исследовательского института, с помощью которой на протяжении более чем 10 лет выполнялись разносторонние исследования атмосферы в Арктике, позволившие получить первые представления о строении тропосферы в этой регионе. В антарктических экспедициях 1958—1962 гг. для этих же целей использовалась летающая метеорологическая обсерватория „Антарктида”.

В Советском Союзе до 1960 г. действовало около 30 пунктов самолетного зондирования, на которых производились регулярные подъемы самолетов до высоты 5—6 км с последующей оперативной обработкой результатов зондирования и подачей телеграмм. Результаты работы этой сети дали очень много для развития физики облаков.

В настоящее время самолеты используют главным образом в качестве летающих лабораторий, оснащенных большим комплексом аппаратуры для наблюдений за состоянием атмосферы по специальным программам. Примером может служить высотный самолет-лаборатория М-55 „Геофизика” с потолком подъема 22 км (КБ им. Мясищева, ЦАО).

## Радиозондирование

Изобретателем радиозонда является выдающийся ученый-аэролог Павел Александрович Молчанов. Еще в 1923 г. он предложил прибор, подобный зондовому метеорографу с радиопередатчиком для передачи данных на землю.

Первый в мире успешный запуск радиозонда был осуществлен П. А. Молчановым 30 января 1930 г. в 13 ч 44 мин по московскому времени с территории Павловской аэрологической обсерватории. Радиозонд был прикреплен к связке резиновых шаров, наполненных водородом. Во время подъема прибор автоматически измерял температуру и давление воздуха и передавал результаты на землю в виде условных радиосигналов. После расшифровки принятых сигналов результаты зондирования сразу же были переданы в Ленинградское бюро погоды и в Москву, в Центральный институт прогнозов. Это было первое в мире оперативное аэрологическое сообщение.

В январе 1931 г. было выпущено девять радиозондов в Арктике, в районе Мурманска. Летом того же года, участвуя в научно-исследовательском полете дирижабля „Граф Цепелин” в Арктику, П. А. Молчанов производил выпуски радиозондов с борта дирижабля. Здесь он впервые показал, что радиозонд можно не только поднимать вверх на оболочке, но и сбрасывать вниз на парашюте.

При проведении Второго Международного полярного года (1931—1933 гг.) радиозонды выпускались на четырех советских станциях. К этому времени ни одна из стран еще не располагала собственными радиозондами, хотя их разработки интенсивно велись в Германии и Франции, поэтому советские радиозонды нашли применение также и на некоторых зарубежных станциях.

В 1935 г. в Советском Союзе начала действовать первая в мире сеть станций регулярного радиозондирования атмосферы. Было организовано 17 таких станций; число их с каждым годом увеличивалось и к 1940 г. достигло 40. Особенно быстрое развитие сети, отвечавшее возросшим запросам и техническим возможностям, шло в послевоенные годы: в 1950 г. действовало уже 106 станций, в 1960 г. — 157. В настоящее время российская аэрологическая сеть насчитывает 150 станций.

В первые же годы гребенчатый радиозонд был существенно усовершенствован самим П. А. Молчановым и его ближайшими сотрудниками (А. А. Ершовым, Б. М. Лебедевым и др.). Прежде всего была снижена масса прибора, что увеличивало высоту зондирования. Для высотных стратосферных наблюдений был сконструирован облегченный радиозонд массой 560 г. Большим достижением, наряду с некоторыми другими усовершенствованиями радиозонда, было введение измерений влажности воздуха (1933 г.). Проводились также исследования точности радиозондирования радиационных ошибок (И. Б. Срезневский, А. А. Шепелевский и др.).

Тогда же (1936—1937 гг.) были начаты первые опыты совместного температурно-ветрового зондирования атмосферы путем радиопеленгации радиозондов наземными коротковолновыми приемными устройствами направленного действия. Этот метод был доработан и испытан в годы Великой Отечественной войны. В 1942—1943 гг. на Урале (под Свердловском) Главной геофизической обсерваторией им. А. И. Воейкова (ГГО) была организована трехбазисная пеленгация радиозондов и разработана методика определения ветра по этим наблюдениям (П. Ф. Зайчиков, С. И. Соколов, Н. В. Кучеров). Наряду с результатами температурного зондирования в службу погоды (в Свердловск и Москву) сообщались и данные о распределении ветра.

Однако существенные практические результаты в этом направлении были достигнуты позже. Работы по применению радиолокатора для сопровождения шаров с пассивными отражателями, проведенные в 1943 г. в ЦАО В. В. Костаревым и Г. И. Голышевым на основе предложения В. В. Костарева и при поддержке Е. К. Федорова, открыли возможность определения скорости и направления ветра до максимальных высот подъема шара и заложили основу современного радиолокационного измерения скорости и направления ветра (до этого времени измерения координат радиозонда проводились с помощью оптических теодолитов и были ограничены высотой облачности).

Радиозонд конструкции Молчанова, а позднее его модифицированный вариант РЗ-049 использовались на сети в течение почти 30 лет.

Система радиозондирования А-22—„Малахит” (1957 г.) была первой системой, в которой объединены измерения температу-

ры, давления и влажности воздуха, скорости и направления ветра и одновременно повышена их точность. Создание комплексной системы зондирования атмосферы РКЗ—„Метеор” (Б. Г. Рождественский, М. В. Кречмер, 1959 г.), основанной на принципе использования сигнала радиолокационного ответчика для измерения дальности, в которой впервые был автоматизирован процесс измерения и регистрации координат радисонда и телеметрической информации, позволило повысить надежность аэрологического зондирования, а применение электрического датчика температуры (терморезистора) уменьшило ошибки измерений температуры на больших высотах.

И наконец, развитие электронно-вычислительной техники позволило автоматизировать трудоемкую обработку данных. Кустовая централизованная система „Атмосфера” для обработки данных системы зондирования А-22—„Малахит” позволила накопить первый опыт в этом направлении, а комплекс ОКА-3 для централизованной обработки данных системы зондирования РКЗ—„Метеорит” — впервые внедрить автоматическую обработку в оперативную практику зондирования на целом ряде аэрологических станций.

Развитие сети аэрологических измерений было бы невозможно без научных исследований в области процессов измерений, обработки и взаимодействия датчиков с окружающей средой. Исследования влияния солнечной радиации на датчик температуры (С. М. Шметер, П. Ф. Зайчиков, В. Д. Решетов) позволили разработать теоретические основы радиационных поправок, которые впервые стали вводиться в значения температуры с 1957 г., а исследования адсорбционно-деформационного датчика влажности дали возможность определить его погрешности и границы применимости.

Разработка научно-методических основ измерения и обработки данных в системах зондирования атмосферы (О. В. Марфенко, П. Ф. Зайчиков) обеспечила единство измерений и однородность данных аэрологической сети.

К началу 1970-х годов была создана и внедрена на большинстве станций аэрологической сети система РКЗ-5—„Метеорит-2” как основная система зондирования атмосферы (Б. Г. Рождественский, Я. Х. Черноброд, Г. И. Голышев, В. И. Шляхов, Г. П. Трифионов, А. Ф. Кузенков), отличающаяся



большой дальностью надежного приема сигналов радиозонда, большей точностью измерения ветра как в приземном слое, так и на больших высотах. Ветровое зондирование в этой системе было обеспечено передатчиком-ответчиком А-28 и уголковыми отражателями. Важным достижением 1970-х годов является внедрение системы автоматической обработки данных радиозондирования с помощью комплекса ОКА-3 на целом ряде станций аэрологической сети. Этот период отмечен также автоматизацией сбора и накопления климатических данных, широким распространением зондирования атмосферы на научно-исследовательских судах, разработкой малогабаритного радиозонда на интегральных микросхемах, новых специальных радиозондов и датчиков измерения температуры и влажности.

Задачи обеспечения безопасности полетов самолетов, дальнейшего увеличения экономичности и надежности системы зондирования потребовали создания малогабаритного радиозонда. На основе выполненных разработок полупроводникового генератора СВЧ и низкочастотных узлов радиозонда на полупроводниках были созданы образцы малогабаритных радиозондов массой до 300 г и проведены их испытания.

Следующим крупным шагом в совершенствовании системы радиозондирования явилась разработка в период 1980—1990 гг. новой системы радиозондирования АВК-1—МРЗ (Ю. В. Нейман, Х. Н. Гайнанов, Г. И. Голышев, А. А. Черников, Г. П. Трифонов, В. А. Юрманов). С помощью АВК-1 производится автономная автоматизированная обработка данных радиозондирования непосредственно на аэрологических станциях вплоть до выдачи стандартных аэрологических телеграмм с дальнейшей передачей подготовленных данных в центры сбора информации. Комплексы устанавливались на аэрологической сети с 1986 г., работают достаточно надежно, быстро осваиваются операторами-аэрологами, облегчают их труд, сокращают время составления аэрологических телеграмм. В системе АВК-1—МРЗ используются малогабаритные радиозонды типа МРЗ.

К настоящему времени в России завершены разработки (Е. Н. Егоров, В. В. Чистюхин, А. А. Иванов, И. Г. Потемкин, А. В. Кочин) и промышленность готова производить аэрологический теодолит МАРЛ-Т и радиолокатор МАРЛ-А, созданные с использованием современной элементной базы и антенн с актив-

ной фазированной решеткой. Результаты зондирования могут быть направлены потребителям по любым каналам связи. Государственное предприятие КОМЕТ производит российско-финский радиозонд РФ-95 для АВК-1 и РФ-95Т для радиотеодолита МАРЛ-Т с улучшенными точностными характеристиками (А. М. Балагуров и др.). Аэрологические станции Мурманск и Воейково перешли на зондирование с использованием новых радиозондов.

Доля аэрологических станций РФ составляет около 16 % мировой сети радиозондирования, и от их данных зависит качество работы не только российских, но и международных прогностических организаций. Результаты последних Международных радиозондовых сравнений Всемирной метеорологической организации (ВМО), в которых активное участие принимала группа российских специалистов под руководством А. А. Иванова, показали, что качество и точностные характеристики обеих отечественных систем зондирования АВК—МРЗ и „Метеорит”—МАРЗ удовлетворяют требованиям ВМО. Более того, в результате проведенного недавно в США и Англии дополнительного анализа данных, полученных в ходе сравнений, и сопоставления их со стандартной атмосферой NASA было установлено, что российская система зондирования по геопотенциалу и температуре является одной из лучших.

Первые успехи отечественной аэрологии связаны с деятельностью Павловской (Слущкой) аэрологической обсерватории, образованной на базе аэрологического отделения и змейковой станции Главной физической обсерватории (ГФО, впоследствии ГГО).

По мере накопления материалов аэрологических наблюдений в Павловской, Московской и других геофизических обсерваториях разворачивались исследования физики свободной атмосферы, появлялись первые аэроклиматические работы.

1930-е годы ознаменовались проведением исследований стратосферы при помощи стратостатов. В СССР разработка научной аппаратуры и методик исследований в основном была осуществлена учеными ГГО (С. И. Савиновым, Н. Н. Калитиным, П. Н. Тверским, П. А. Молчановым и др.). В апреле 1934 г. состоялась первая Всесоюзная конференция по изучению стратосферы под председательством академика С. И. Вавилова, в которой активное участие принял С. П. Королев.

В истории аэрологии особую роль сыграли международные программы наблюдений и исследований в атмосфере. Во время Международного полярного года, проведенного в 1932—1933 гг., впервые были организованы совместные аэрологические наблюдения. За период Международного геофизического года (МГГ) (июль 1957 г.—декабрь 1958 г.) была осуществлена широкая всемирная программа аэрологических исследований. Совместная работа продолжалась и в дальнейшем в период Международного года геофизического сотрудничества (МГГС) в 1959 г.

В работе по программам МГГ и МГГС участвовало более 50 стран, причем Советскому Союзу принадлежит одно из первых мест как по разнообразию исследуемых проблем, так и по масштабу выполненных работ.

1970-е годы вошли в историю метеорологии как период интенсивного научного сотрудничества метеорологов многих стран в изучении глобальных атмосферных процессов. В частности, были выполнены обширные исследования по международной Программе исследований глобальных атмосферных процессов (ПИГАП), которые возглавили в 1967 г. две международные организации: Международный совет научных союзов (МСНС) и ВМО.

С 1 декабря 1978 г. по 30 ноября 1979 г. был осуществлен наблюдательный период Первого глобального эксперимента ПИГАП (ПГЭП). В рамках ПИГАП это был самый крупный эксперимент, в задачи которого входили:

- достижение лучшего понимания закономерностей динамики атмосферы для повышения надежности прогнозов погоды;
- оценка пределов предсказуемости погоды;
- обоснование оптимальной системы наблюдений, обеспечивающей нужды численного прогноза погоды;
- изучение физических механизмов, определяющих колебания климата с временным масштабом от нескольких недель до нескольких лет, и проверка на данных наблюдений климатических моделей атмосферы.

Около 9200 метеорологических станций проводили наблюдения за явлениями погоды, ветром, давлением и температурой воздуха у поверхности земли. Примерно 850 аэрологических станций производили измерения вертикальных профилей давления, температуры, ветра и влажности. Свыше 700 судов проводи-

ли метеорологические наблюдения, в их числе около 55 выполняли также аэрологические наблюдения. Полярно-орбитальные спутники обеспечивали съемку облачности, производили температурное зондирование атмосферы и измерения температуры поверхности моря. Пять геостационарных спутников вели наблюдения в пределах  $30^\circ$  по широте по обе стороны от экватора. Эти наблюдения включали съемку облачности и определение скорости движения облачных систем. В тропической зоне работали 10 исследовательских самолетов, они летали на высоте около 10 км и сбрасывали радиозонды через 300 км. Для изучения траекторий движения и свойств воздушных масс в тропиках было выпущено около 300 дрейфующих шаров. В южном полушарии было установлено 300 дрейфующих буев, измерявших атмосферное давление и температуру воды и воздуха.

Данные, собранные во время ПГЭП, послужили основой создания реалистичных прогностических моделей погоды и климата.

В 1980-е годы внимание метеорологов было привлечено к так называемым энергоактивным зонам океана, т. е. районам, где взаимодействие атмосферы и океана происходит с наибольшей активностью (программа „Разрезы”, развернутая по инициативе академика Г. И. Марчука, и международный эксперимент ТОГА — „Исследование тропических областей океана и глобальной атмосферы”).

### Ракетное зондирование

Развитие ракетной техники позволило распространить аэрологические исследования на верхнюю атмосферу. Ракетные исследования высоких слоев атмосферы в СССР начались в 1947 г., когда академиком С. Н. Верновым и другими была впервые запущена ракета для изучения космических лучей на больших высотах. В дальнейшем ракетные исследования развивались по двум направлениям. В первом направлении изучались свойства верхней атмосферы, ее состав и космические лучи с использованием больших геофизических ракет, поднимавшихся на высоты более 100—150 км; во втором направлении изучение атмосферы осуществлялось с помощью так называемых метеорологических ра-

кет, поднимающихся до высот 65—100 км. Пуск первой советской метеорологической ракеты МР-1 был выполнен под руководством В. А. Путохина и Г. И. Голышева в октябре 1951 г. Ракета была возвратной. Спуск на полигон как аппаратуры, так и двигательной установки давал возможность увеличить количество запусков ракет. Ракета позволяла измерять температуру посредством термометра сопротивления, давление с помощью манометра; ветер определялся по прослеживанию дрейфа парашюта. В результате запусков ракет МР-1 были получены первые данные о температуре, плотности и ветре до высоты более 50 км.

К началу 1957 г. вступила в строй малая метеорологическая ракета ММР-05 с высотой подъема 50 км. Измерительная аппаратура была переработана применительно к этой ракете и, кроме того, был разработан радиолокационный ответчик, что позволило заменить достаточно сложный оптический метод траекторных измерений мобильным радиолокационным методом. Эти меры расширили географию ракетных исследований и позволили производить запуски ракет практически при любых погодных условиях. Пуски ракет этого типа проводились в период МГГ в средних широтах с дизель-электрохода „Обь” и с о. Хейса. В результате этих исследований впервые были получены данные о структуре и процессах в верхней атмосфере над обширными акваториями океанов и над полярными районами.

В начале 1960-х годов было принято решение о существенной модернизации ракетного комплекса. Основными требованиями при этом были: увеличение высоты подъема ракеты, а также переход от жидкого топлива к твердым составам, безопасным в эксплуатации. Эти требования были успешно реализованы, и новый комплекс М-100 с 1964 г. введен в эксплуатацию на станциях ракетного зондирования.

Развитие ракетной техники, появление новых материалов, приборов и схем создали предпосылки принципиально новых решений при разработке как подъемных средств, так и бортовой аппаратуры. Было решено, что для оперативных измерений характеристик верхней атмосферы целесообразно создать более простую и дешевую ракету с ограниченным потолком подъема, а для реализации специальных научно-исследовательских программ — многоцелевую научно-исследовательскую ракету с высотой подъема 150—180 км.

В результате осуществления этих проектов были созданы ракетные комплексы ММР-06 и МР-12.

На некоторых ракетах, наряду с описанной выше аппаратурой, устанавливаются устройства для измерения ветра на высотах от 50 до 90 км.

Помимо указанных приборов, на ракетах М-100 устанавливались тепловые измерители концентрации водяного пара и атомарного кислорода, приборы для измерения плотности, концентрации заряженных частиц, интенсивности корпускулярных потоков, а также некоторая другая аппаратура. Наземный измерительный комплекс состоит из приемной радиотелеметрической станции и радиолокатора „Метеор-Р”.

Еще один тип головной части использовался для измерения корпускулярных ионизирующих излучений, интенсивности излучения, в том числе в УФ-диапазоне, и рентгеновского излучения Солнца.

Весь материал метеорологического ракетного зондирования систематизирован и положен в основу банка данных метеорологического ракетного зондирования.

Данные ракетного зондирования, наряду с результатами термического зондирования со спутников, использовались как для создания и усовершенствования справочных и стандартных атмосфер, так и для изучения крупномасштабных процессов в средней атмосфере.

Особого внимания заслуживает глобальная эмпирико-статистическая модель атмосферы, построенная в ЦАО на базе данных мировой ракетной метеорологической сети и данных термического зондирования со спутников. При создании этой модели были применены методы математического описания метеорологических полей с использованием метода разложения метеорологических параметров в ряды по базисным функциям. При разложении по широте использовались сферические функции, по высоте — полиномы Лежандра, по долготе и времени — тригонометрические функции. При построении глобальной модели необходимо было привести в соответствие ракетные данные, полученные различными ракетными зондирующими системами. Этому в значительной мере способствовали международные сравнения ракетных метеорологических систем, проведенные в Куру (Французская Гвиана), а также советско-американские и советско-фран-

цузские сравнения, выполненные в 1977 г. в Куру и вблизи о. Уоллопс (США).

Особое внимание было уделено климатологии средней атмосферы южного полушария, характерного своими специфическими процессами, обусловленными в значительной степени особенностями орографии и термического режима подстилающей поверхности.

Г. А. Кокиным и Е. В. Лысенко была исследована эволюция тренда температуры, измерявшейся с помощью метеорологических ракет М-100 Б на станциях о. Хейса, Волгоград, Тумба и Молодежная в интервале высот от 25 до 75 км. Количественные оценки охлаждения средней атмосферы от уровня верхней стратосферы до уровня нижней и верхней мезосферы были впервые получены в результате анализа регулярных измерений температуры ракетными системами США и СССР в течение 1973—1985 и 1964 и 1988 гг. соответственно. Особенно велики, до  $-1$  К/год, были значения отрицательного тренда температуры средней и верхней мезосферы. Столь высокий темп охлаждения мезосферы был неожиданным и вызвал, в определенной мере, сомнение в надежности оценок тренда по ракетным данным ввиду их возможной статистической неоднородности.

Однако об охлаждении мезосферы в целом косвенно свидетельствовали и измерения высоты отражения радиоволн в области Д-ионосферы, проводившиеся в 1959—1986 гг. фазовысотным методом, и материалы наблюдений за частотой появления серебристых облаков в течение 1964—1988 гг. К числу независимых результатов, которые указывали на значительные изменения в термическом режиме мезосферы, необходимо отнести и материалы анализа спектрометрических измерений с борта спутника SME в течение 1982—1986 гг. Несмотря на чрезвычайно малый для климатических обобщений 5-летний период наблюдений, был сделан смелый и, как оказалось впоследствии, правильный вывод о значительном глобальном охлаждении средней и верхней мезосферы (60—90 км).

Полученные данные об изменении температуры мезосферы за последние три десятилетия превосходят теоретические оценки охлаждения мезосферы вследствие удвоения концентрации парниковых газов, таких как диоксид углерода и метан, которое ожидается лишь в следующем столетии. Это противоречие,

по-видимому, можно объяснить неполным учетом изменения химического состава мезосферы и фотохимических реакций в ней. Нельзя, безусловно, исключить и влияние спонтанных короткопериодных изменений климата, обусловленных, прежде всего, взаимодействием океана и атмосферы, временной масштаб которых может превышать 30-летнюю длительность регулярных ракетных измерений.

Следует подчеркнуть, что изменения термического режима особенно существенны в мезосфере. Именно в этом слое атмосферы Земли отмечены самый значительный отрицательный тренд и наибольшее увеличение амплитуд годовых и полугодовых колебаний температуры. В мезосфере наиболее отчетливо проявляется характер эволюции термического режима, тенденции дальнейших изменений и тренда температуры и характеристик ее регулярных колебаний.

Эволюция термического режима страто- и мезосферы является следствием глобальных изменений в радиационных, химических и динамических процессах, происходящих в атмосфере Земли в настоящее время. Причины этих изменений, среди которых не последнюю роль играет антропогенное загрязнение среды, исследуются различными методами, в том числе и с помощью численных моделей общей циркуляции атмосферы. Выявленные по данным ракетного зондирования изменения термического режима страто- и мезосферы могут быть использованы при тестировании и апробации усовершенствованных численных моделей, посредством которых будут выяснены причины и механизмы современных изменений климата средней атмосферы.

### Лидарное зондирование

В 1963 г. сотрудники ЦАО В. В. Кравец, А. Е. Тяботов и Р. В. Деяшкин приступили к созданию и использованию лазерного локатора для зондирования атмосферы. В 1965 г. эта группа исследователей впервые в Советском Союзе провела измерения коэффициентов обратного рассеяния и деполяризации рассеянного в обратном направлении лазерного излучения дымкой, облаками и другими атмосферными образованиями при зондировании с Земли, а с июня 1966 г. — при зондировании атмосферы и



подстилающей поверхности также и с самолета-лаборатории Ил-18. В этот же период в ЦАО под руководством Е. Г. Швидковского были развернуты широким фронтом работы по лазерно-локационному (лидарному) зондированию атмосферы. Были разработаны оригинальные методы получения информации об основных метеорологических параметрах: плотности, температуре, влажности воздуха, скорости ветра, параметрах турбулентности в приземном слое атмосферы, а также об оптических свойствах, структуре и динамике облаков, туманов и аэрозольных скопленений и малых газовых составляющих. В это направление исследований в нашей стране внесли значительный вклад научные школы В. Е. Зуева (ИОА СО АН, г. Томск), В. М. Захарова и О. К. Костко (ЦАО, г. Долгопрудный), А. П. Иванова (ИФ АН Белоруссии, г. Минск) и М. Ф. Лагутина (ХИРЭ, Минвуз Украины, г. Харьков). В частности, отечественными исследователями были впервые с помощью лидаров проведены измерения:

— профиля температуры и влажности до высоты 3 км (Ю. А. Аршинов, ИОА, 1982 г.);

— концентрации натрия в диапазоне высот 90—110 км над Антарктидой (М. Ф. Лагутин, Е. Ю. Мегель, ХИРЭ, 1986 г.);

— поля скорости ветра в пограничном слое (Г. Г. Матвиенко, ИОА, 1980 г.);

— структурной функции и внешнего масштаба турбулентных пульсаций температуры в приземном слое (Н. С. Иванова, Г. М. Крученицкий, ЦАО, 1981 г.);

— профиля коэффициента аэрозольного рассеяния в Арктике на о. Хейса (Г. Ф. Тулинов, ИПГ, вторая половина 1980-х годов).

К сожалению, экономический кризис в стране воспрепятствовал дальнейшему развитию этого научного направления и, в особенности, внедрению ряда перспективных лидаров в широкую метеорологическую практику. В частности, были прерваны регулярные наблюдения за вертикальными профилями распределения озона и коэффициента аэрозольного рассеяния, проводившиеся в НПО „Тайфун” под руководством С. С. Хмелевцова.

## ИЗУЧЕНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

О климатических ресурсах метеорологи говорят и пишут с давних пор. Поначалу термин „климатические ресурсы” не определялся. Авторы исходили из того, что под словом „ресурс” подразумевается все то, что каким-то образом может быть использовано.

Климат, безусловно, оказывает влияние на человека, и совершенно очевидно, что многие его элементы находят применение в повседневной практике. Например, осадки используются для орошения полей, энергия ветра и Солнца с помощью специально создаваемых ветровых и солнечных установок преобразуется в другие виды энергии, используемые человеком. Таким образом, информация о климате, безусловно, полезна человеку как в быту, так и в хозяйственной деятельности.

В начале рассматриваемого исторического периода (с 1945 г.) понятие „климатические ресурсы” идентифицировалось с понятием „климатические условия”. Любые особенности климата того или иного района, представленные общепринятыми климатическими показателями (например, средними значениями или показателями температуры воздуха, осадков, ветра, влажности и других метеорологических величин), называли климатическими ресурсами.

Описаний климатических ресурсов, понимаемых таким образом, с начала рассматриваемого периода и практически до последнего времени составлено очень много. По сути дела, к ним относятся почти все работы по климатографии России и земного шара. Авторы этих работ исследовали преимущественно общие запасы тепла, влаги, света, ветра, снега на основе базовой климатической информации безотносительно к целям их использования.

В послевоенный период проведен целый ряд важнейших исследований, в результате которых получен богатейший климатический материал. В 1960-х годах издавался климатический многотомный справочник, включающий как многолетние климатические характеристики, так и средние месячные значения метеорологических величин за отдельные годы.

По данным этого справочника в 1970-х годах была выпущена серия монографий по регионам СССР под руководством А. Н. Лебедева. В них всесторонне и подробно представлены климатические особенности различных районов Советского Союза. Эти монографии так же, как и климатический справочник, находят широкое применение в хозяйстве, т. е. служат неоценимым источником информации о ресурсах климата. На их основе, например, развивается агроклиматология.

Агрометеорологи привлекают для обозначения ресурсов специальные климатические показатели. Агроклиматические показатели более точно выражают ресурсы климата как некоторый „запас” вещества и энергии в атмосфере и почве. В качестве таких показателей в агроклиматологии используются, например, суммы активных температур воздуха, средние значения фотосинтетически активной радиации (ФАР) и другие, определяющие рост и развитие растений и сельскохозяйственных культур.

В 1970-х годах были созданы и опубликованы под руководством О. А. Дроздова и В. В. Орловой 170 томов нового справочника по климату Советского Союза. Характеристики данного справочника рассчитаны за период 1890—1960 гг. Помимо средних значений и повторяемости различных значений метеорологических величин, в справочнике содержится ряд прикладных климатических характеристик, используемых в строительстве, энергетике, сельском хозяйстве. Многие из них, например температура наиболее холодной пятидневки и однодневки, были включены в строительные нормы и правила.

В 1990-х годах в дополнение к данному справочнику был разработан научно-прикладной справочник по климату СССР в 40 томах, в котором не только расширяется базовая информация за счет моментов 2—3-го порядков и корреляционных функций (к сожалению, по ограниченному числу станций) и продления рядов до 1980—1985 гг., но и усиливается практическая направленность. Научно-организационное руководство работами осуществлялось редакционной коллегией Государственного комитета СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды (Госкомгидромета СССР) под председательством д-ра физ.-мат. наук проф. Е. П. Борисенкова.

В состав этого справочника входит серия 4 „Климатические ресурсы”, в которой представлены ресурсы тепла, света, влаги и

снега в виде осредненных по территории экономических районов средних многолетних характеристик температуры воздуха, освещенности, осадков, высоты снежного покрова.

Особо следует отметить серию справочников, монографий, а в последующем климатических атласов и справочников по климату зарубежных стран, создававшихся до 1980-х годов под руководством д-ра геогр. наук А. Н. Лебедева, а позднее под руководством д-ра физ.-мат. наук проф. Е. П. Борисенкова. В этих изданиях подробно представлены особенности климата всех континентов: Европы, Азии, Северной и Южной Америки, Африки и Австралии.

Между тем возникшие во второй половине XX в. экологические и экономические проблемы, необходимость энерго- и ресурсосбережения заставили ученых различных специальностей обратить пристальное внимание на исследование природных ресурсов. Встал вопрос и о такой нетрадиционной разновидности природных ресурсов, как климат. Появилась необходимость в уточнении понятия „климатические ресурсы”.

Можно ли рассматривать такую категорию, как климат, в качестве ресурса? Имеет ли климат основные свойства ресурса? Как назначить цену климату? Не является ли климат общей собственностью? Что вообще такое климатические ресурсы, и какими количественными показателями их можно выразить? Без ответа на эти вопросы и разработки концепции климатического ресурса стало трудно говорить о ресурсном подходе к изучению климата. В этот период климатические ресурсы были включены в круг природных ресурсов.

В 1980-х годах организуется ряд международных мероприятий, на которых обсуждается проблема климатических ресурсов. Сделаны попытки получить ответы на поставленные выше вопросы. В докладе рабочей группы по климату „Международные перспективы изучения климата и общества” подчеркивается необходимость развивать концептуальное обоснование экономических оценок климата. Авторы доклада утверждают, что поскольку климат меняется в пространстве и во времени, он имеет основные свойства ресурса: ограниченность и цену, т. е. доступен экономическому обоснованию.

Действительно, если бы климат не менялся в пространстве и во времени, то он не был интересен в экономическом плане, был

бы просто однородной внешней средой, в рамках которой проходила бы человеческая деятельность. В этом случае не надо было бы заботиться о том, чтобы присвоить этой среде цену. Но именно изменчивость климата обеспечивает его ограниченность, и благодаря этому встает вопрос о ресурсах климата и его цене. Значение дифференциации климата часто недооценивают при определении цены земельных ресурсов. Например, два участка земли, расположенные в различных климатических условиях, но идентичные во всем остальном, будут иметь разную цену за счет климата. Поскольку увеличивается возможность менять климат намеренно или непреднамеренно, он становится более пригодным к продаже или приобретению. Авторы считают, что если некоторые климатические условия могут быть созданы человеком, то климат становится товаром и ему следует приписать цену так же, как чистому воздуху или чистой воде. При этом климат как товар должен регулярно включаться в экономический анализ. Эта задача не является простой, так как, во-первых, климат имеет черты общей собственности, во-вторых, цена климата определяется по длинному периоду, иногда в течение жизни целого поколения, а современный экономический анализ приспособлен для принятия решений на более короткие периоды.

Черты общей собственности макроклимату придает циркуляция атмосферы. Например, в атмосферу и океан сбрасываются различные отходы производства, которые разносятся вследствие атмосферных и океанических течений во многие районы. К микроклимату это не относится, он индивидуален.

В связи с тем что климат имеет черты общей собственности, а также из-за того, что при оценке климатических ресурсов следует учитывать развитие экономики и природы и их состояние в будущем, разработка концепции ресурсного подхода чрезвычайно сложна, и одним из наиболее сложных является вопрос о том, какую цену назначать климатическому ресурсу.

Некоторые ученые предлагают определить эту цену через „индекс комфорта”. Ведь степень комфортности очень существенна для производителя. К примеру, если жарко или наблюдается большая влажность, сокращается число рабочих часов, уменьшается интенсивность работы и внимание работников. Еще важнее комфортность для индустрии отдыха. Тот или иной уровень комфортности может быть достигнут, например, за счет ото-

пления и кондиционирования, затраты на которые можно разделить.

Другим способом количественной оценки, предложенным на заседании рабочей группы и используемым в последнее время, является рассмотрение климата как потенциала для различных видов производственной и социальной деятельности. Такие климатические потенциалы могут быть оценены как функции затрат. Сравнивая затраты и прибыль, можно попытаться измерить экономическую ценность, присущую эксплуатируемым климатическим потенциалам.

Изменения климата, если они реализуются, также могут приобрести вполне определенную цену. Имеются пути для измерения колебаний прибыли или потерь из-за флюктуаций климата.

На совещаниях по климатическим ресурсам в Болгарии и Чехословакии (1989—1990 гг.) венгерские ученые доложили результаты по проблеме „Всесторонние научные исследования природных ресурсов страны”. Докладчиками было сформулировано определение природных ресурсов. В соответствии с этим определением природными ресурсами считаются „элементы природной среды (земной коры, поверхности Земли и атмосферы), которые при определенном уровне развития производительных сил могут экономно использоваться для удовлетворения материальных потребностей общества, а также и те, которые, как природные данности, в результате своих спонтанно или сознательно измененных воздействий позволяют эффективно использовать остальные природные ресурсы или влияют на их эффективное использование”.

Атмосферными ресурсами авторы считают „те  
— вещества (например, газы, аэрозоли, влажность);  
— свойства (температура, давление);  
— процессы (например, осадкообразование, образование облаков);  
— энергии (например, кинетическая энергия, солнечная радиация) атмосферы, которые при определенном уровне производительных сил могут экономично использоваться”.

Авторы доклада считают, что использование атмосферных ресурсов может быть активным, или прямым, и пассивным, или косвенным. Примерами прямого использования атмосферных ресурсов (посредством лишь некоторого технического вмеша-

тельства) являются преобразование солнечной и ветровой энергии в другие виды энергии; орошение полей за счет атмосферных осадков и т. п.

Под пассивным использованием атмосферных ресурсов подразумеваются различные хозяйственные мероприятия и решения, которые прямо не воздействуют на атмосферные ресурсы, но позволяют утилизировать сравнительные выгоды, заключающиеся в климатических характеристиках. Например, ориентирование строящихся зданий с учетом преобладающего направления ветра и поступления солнечной радиации, более правильное использование климатических ресурсов в сельском хозяйстве и т. п.

В заключение доклада венгерские климатологи высказали соображение о том, что помимо натуральных характеристик ресурсов, следует найти некоторый климатический эквивалент ресурса.

Однако климатические ресурсы большинство исследователей продолжают вплоть до последнего десятилетия выражать в натуральных единицах.

Отдельные авторы, прежде всего агроклиматологи, все же используют некоторые эквиваленты, например величину получаемой сельскохозяйственной продукции на конкретной территории. К основным агроклиматическим показателям в настоящее время относятся показатели тепло- и влагообеспеченности сельскохозяйственных культур, баллы относительной продуктивности, баллы сельскохозяйственного бонитета климата.

За рассматриваемый период времени было предложено много различных специализированных показателей тепло- и влагообеспеченности сельскохозяйственных культур. В частности, для оценки условий теплообеспеченности используются суммы эффективных температур (разность между средней суточной температурой и биологическим нулем данной культуры), суммы активных температур, средняя суточная температура после ее перехода через биологический нуль развития данного растения, средняя температура воздуха самого теплого месяца, продолжительность безморозного периода и периодов с температурой воздуха выше 0, 5, 10 и 15 °С, средний из абсолютных годовых минимумов, средняя температура воздуха самого холодного месяца

ца, средняя высота снежного покрова за декаду с наибольшей его высотой и в период с наиболее низкой температурой.

Для оценки влагообеспеченности сельскохозяйственных культур используются гидротермический коэффициент Г. Т. Селянинова, показатель увлажнения Д. И. Шашко (комплексные показатели суммы средних суточных дефицитов парциального давления соответственно), а также показатели увлажнения П. И. Колоскова (суммы осадков, дефицит влажности, влажность почвы), Н. М. Иванова, Г. М. Высоцкого (сумма осадков, испаряемость), С. А. Сапожниковой (осадки за период с температурой  $> 10^{\circ}\text{C}$ , испаряемость и влагозапасы почвы), М. И. Будыко (радиационный баланс сухости, годовые суммы радиационного баланса и количества тепла, необходимого для испарения годовой суммы осадков), Л. С. Кельчевской (фактические и оптимальные запасы влаги в метровом слое почвы за вегетационный период).

В 1960—1970-е годы вышел целый ряд работ по агроклиматическим ресурсам. Среди них работы Ф. Ф. Давитая, Г. Т. Селянинова, С. А. Сапожниковой, монографии по агроклиматическим ресурсам разных областей.

В 1972 г. климатологами Главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова (ГГО) был создан Агроклиматический атлас мира, в котором были разделы: „Общие сведения”, „Термические ресурсы вегетационного периода”, „Условия увлажнения с/х культур”, „Агроклиматические аналоги”. Анализ агроклиматических ресурсов выполнен на основе как специализированных климатических показателей, так и базовых показателей температуры, осадков и других метеорологических величин. В этом же году издана монография Г. М. Сергеева „Агроклиматические ресурсы лесной зоны Западно-Сибирской равнины”, автор которой пошел еще дальше, используя для агроклиматического районирования комплексную специализированную характеристику — биоклиматический потенциал (БКП), введенный агроклиматологами ранее на основе установления корреляционных связей урожайности сельскохозяйственных культур на госсортоучастках и опытных научных станциях с показателями тепла и влаги и их соотношений. В этой монографии приводятся обобщенные характеристики агроклиматических наблюдений, такие как фенологические и характерные особенности основных сельскохозяйствен-



ных культур, оптимальные сроки сева, даты возобновления вегетации и цветения преобладающих видов луговых растений, сроки выпаса скота.

Данные показатели, а также БКП были использованы Д. И. Шашко для построения карты агроклиматических ресурсов. Основным критерием для выделения районов с различными агроклиматическими ресурсами, удобным для сравнительной оценки (в баллах) их биологической продуктивности относительно средней для страны, послужила биологическая продуктивность  $B_k$ , определяемая по формуле

$$B_k = K_p (\text{КУ}) \frac{\sum t_{ak} \cdot 100}{1900} = 55 \text{БКП},$$

где  $K_p (\text{КУ})$  — коэффициент роста по годовому показателю атмосферного увлажнения (или коэффициент биологической продуктивности);  $\sum t_{ak}$  — сумма средних суточных температур воздуха за период активной вегетации растений в данном районе.

Сумма базовых активных температур в России для средней биологической продуктивности может быть принята равной 1900 °С. Средняя продуктивность культур широкого ареала (зерновых) соответствует значению БКП ~ 1,9, которое принято за эталон (100 баллов) при районировании по агроклиматическому потенциалу.

Еще более совершенным является районирование агроклиматических ресурсов, выполненное Е. К. Зойдзе.

Значительно продвинулись в количественном описании климатических ресурсов специалисты по ветроэнергетике. Проблема освоения энергии ветра интересует исследователей уже давно. Большой вклад в развитие отечественной ветроэнергетики внесли в 1920—1930-е годы Н. В. Красовский и Н. В. Симонов, в 1950—1960-е годы — Е. М. Фатеев и Г. А. Гриневиц, в 1970-е — Я. И. Шеффер и др.

Несмотря на огромный мировой опыт и достигнутые успехи в области эффективного хозяйственного освоения энергии ветра и Солнца, решение данной проблемы имеет ряд чисто технических трудностей и немало вопросов принципиального характера, связанных с серьезным климатологическим обоснованием возмож-

ности и эффективности использования возобновляемых источников энергии Солнца и ветра в тех или иных природных условиях.

С методической точки зрения изучение особенностей режимов стохастической изменчивости как ветровой, так и солнечной энергии имеет много общего.

Исследования пространственного распределения ветровых и гелиоресурсов интенсивно развивались в 1980-х годах. Первая карта потенциальных ветроресурсов СССР была построена в России в 1983 г. До этого времени мировая карта потенциальных ветроресурсов, включая Россию, была создана Эллиотом. Упрощенная методика ее построения была принята и в работе Н. В. Кобышевой и соавторов. Суть методики состоит в следующем. Как известно, потенциальные ветроресурсы рассчитываются по формуле

$$\bar{p} = \frac{1}{2 \bar{\rho} \bar{v}^3}; \quad \bar{v}^3 = (\bar{v})^3 (1 + 3c_v^2 + Ac_v^3),$$

где  $\bar{p}$  — плотность мощности ветра;  $\bar{v}$  — средняя скорость ветра;  $c_v$  — коэффициент вариации скорости ветра;  $A$  — коэффициент асимметрии распределения скорости ветра.

Расчеты могут выполняться для года, и тогда  $\bar{v}$ ,  $c_v$  и  $A$  являются характеристиками годовой совокупности скоростей ветра, или для месяца, и в этом случае  $\bar{v}$ ,  $c_v$  и  $A$  — характеристики месячной совокупности скоростей ветра.

Расчет  $\bar{p}$  значительно упрощается, если полагать, что распределение скорости ветра описывается функцией Максвелла. В этом случае  $c_v = 0,52$ ,  $A = 0,63$  и  $\bar{v}^3 \approx 1,9 (\bar{v})^3$ . Таким образом, для расчета потенциальных ветроресурсов можно обойтись лишь одним параметром — средней скоростью ветра.

В дальнейшем распределение потенциальных ветроресурсов на территории уточнялось в ряде работ. Использовались не одна, а две первые статистики распределения скоростей ветра и двухпараметрические функции распределения (Вейбулла, Гумбеля) и даже трехпараметрические (Гринвича). По данным всех указанных авторов, была получена примерно одинаковая картина распределения ветровых ресурсов.

Наибольшие ветроресурсы наблюдаются в трех основных районах на территории европейской и азиатской частей России. Первый ветронасыщенный район со средними скоростями от 4 до 6 м/с, а местами 8—10 м/с и удельной мощностью ветрового потока на высоте 10 м 200—450 Вт/м<sup>2</sup> охватывает мелководную часть Финского залива, юг акватории Ладожского озера, побережье Кольского полуострова, Новой Земли, Охотского моря у Магадана и п-ова Камчатка, Курильские острова. На уровне 50 м удельная мощность ветрового потока превышает 800 Вт/м<sup>2</sup>, а на Курильских островах — 1000 Вт/м<sup>2</sup>.

Второй район со скоростями ветра 7—8 м/с в январе и удельной мощностью ветрового потока до 500—700 Вт/м<sup>2</sup> на высоте 10 м и 1000—1400 Вт/м<sup>2</sup> на уровне 50 м занимает среднюю зону Северного Кавказа и Приморский край вблизи Владивостока.

Третий перспективный с точки зрения развития ветроэнергетики район включает участки побережья Черного и Азовского морей и невысоких горных массивов Южного Урала. Здесь средняя скорость ветра зимой составляет от 7 до 10 м/с, а удельная мощность ветрового потока на высоте 10 м — около 500—1000 Вт/м<sup>2</sup> и на высоте 50 м — 1000—2000 Вт/м<sup>2</sup>. В горах Южного Урала зимой удельная мощность ветрового потока может достигать 4000 Вт/м<sup>2</sup>.

Экономический потенциал ветроэнергетики оценивается в 16 млн. т условного топлива.

Гелиоресурсы также исследуются с давних пор и в ряде зарубежных стран, расположенных в низких широтах (южнее 40—50° с. ш.), используются для удовлетворения бытовых нужд в частных домах. Экономический потенциал солнечной энергии несколько меньше, чем ветровой энергии, и оценивается примерно в 3 млн. т условного топлива.

Впервые распределение гелиоресурсов по территории СССР было представлено в монографии З. И. Пивоваровой и В. В. Стадник. К районам, пригодным для развития гелиоэнергетики, где в году число часов солнечного сияния составляет 2000 и более и суммы солнечной радиации равны 600—800 Вт/м<sup>2</sup>, относятся Астраханская, Волгоградская, Ставропольская области, Северный Кавказ, Черноморское побережье в районе Сочи, Дагестан, Калмыкия, Тува, Бурятия, Приморье.

В 1998 г. издан Атлас ветрового и солнечного климата, в котором представлен ряд карт ветровых и солнечных ресурсов. Следует отметить, что климатические исследования ветровых и гелиоресурсов в силу экономической востребованности развивались более интенсивно и продвинулись дальше, чем исследования в области других видов климатических ресурсов.

Отличительной особенностью описания ветровых и гелиоресурсов является анализ наряду с потенциально возможными ресурсами технических и реальных ресурсов. Картирование технических (связанных с определенными видами ветро- и гелиоэнергетических установок — соответственно ВЭУ и ГЭУ) и реальных (с учетом возможностей расположения ВЭУ и ГЭУ) ресурсов позволяет уже сейчас или в ближайшей перспективе оценить возможности утилизации энергии с помощью имеющейся ветро- и гелиотехники, оценить вклад ветроэнергетики в энергообеспечение России.

Много ресурсных работ относится к разделу биоклимата. Биоклиматические ресурсы в основном составляют часть рекреационных ресурсов. Этот вид ресурсов изучается достаточно давно для различных курортных районов страны. Ряд работ посвящен описанию рекреационных (в первую очередь климатических) ресурсов Кавказа, а также природных районов во многих частях России. Для этих районов приводится, по сути, характеристика климатических условий с точки зрения их использования в лечебно-курортных целях. Некоторые из данных работ основываются на физиологических классификациях погод. В них выделены параметры климата, влияющие на состояние человека.

В 1990-х годах возникает особенно большой интерес к природным и, в том числе, климатическим ресурсам. Всем становится очевидной необходимость количественного описания этих видов ресурсов, сравнения количества ресурсов в разных районах, соотношения различных видов ресурсов в заданном районе.

Появляется много различных определений понятий „природные ресурсы” и „климатические ресурсы”. Всю совокупность определений климатических ресурсов можно разбить на две группы: географические и экономические. И те и другие имеют общую часть в следующей формулировке: „климатическими ресурсами называются запасы энергии, вещества и информации в атмосфере, земной коре и на поверхности, которые могут быть

использованы". В конце определения географы добавляют: „в сколь угодно отдаленной перспективе”, т. е. речь идет о теоретически возможном использовании, а экономисты утверждают, что это такие запасы, которые могут использоваться „при современном уровне развития производительных сил, в соответствии с возможностями и потребностями общества для улучшения качества жизни”.

При районировании природных, в том числе климатических, ресурсов географы используют в качестве территориальных единиц природной зоны таксоны, а экономисты — административно-хозяйственные районы.

В настоящее время стала ясна насущная необходимость в ресурсном подходе при изучении влияния климата не только на сельское хозяйство, человека и энергетику, но и на все другие области экономики и социальной сферы. Ресурсный подход способствует структурной перестройке экономики и ее качественному обоснованию, являясь одним из факторов формирования экономической структуры регионов, территориальной организации страны.

Наиболее прогрессивные географы разработали методiku количественного описания природных ресурсов. Больше других в этом преуспели специалисты Института географии Сибирского отделения Академии наук. И. Л. Савельевой предложена система условных единиц. Исходным положением, принятым в ее работе, служит допущение о равновеликой значимости оцениваемых ею групп ресурсов для развития производительных сил страны. Автор рассматривает следующие группы ресурсов: полезные ископаемые, земельные, водные, лесопромышленные ресурсы.

Суммарные общероссийские показатели каждого из потенциалов отдельной группы ресурсов приравнивались к 1000 условных единиц, и затем осуществлялся пересчет отдельных групп ресурсов, выраженных различными показателями (баллы, рубли, гектары и т. д.), в единые сопоставимые единицы, которые определялись в соответствии со значимостью одной условной единицы в общероссийских показателях их суммарного потенциала. В результате И. Л. Савельевой была достигнута возможность сопоставления ресурсного потенциала различных регионов, установления их региональной структуры и выделения типов регионов по природно-ресурсному признаку.

В этом же ряду работ находится статья Л. Б. Башалхановой, в которой на основе совокупного воздействия метеорологических параметров и их продолжительности на человека и степень благоприятности его проживания составлена таблица качественной балльной оценки.

Продолжительность периодов со средней суточной температурой воздуха ниже  $-30^{\circ}\text{C}$ , т. е. с погодой, при которой ограничивается или запрещается проведение работ на открытом воздухе, связана с опасностью обморожений, снижением эффективности труда и повышением вероятности простудных и обострения хронических заболеваний. Продолжительность периодов с РЭЭТ (радиационно-эквивалентно-эффективная температура) выше  $8^{\circ}\text{C}$  (ниже порога относительно благоприятных теплоощущений одетого по сезону человека) и с резкими (выше  $6^{\circ}\text{C}$ ) перепадами температуры воздуха косвенно характеризует степень благоприятности лета и дискомфорта территории в течение года. От длительности безморозного периода и суммы средних суточных температур выше  $10^{\circ}\text{C}$  зависит также возможность выращивания различных культур в открытом грунте. Нарушение в нормальной смене дня и ночи способствует повышению психоэмоциональной напряженности человека и снижению степени надежности выполнения им определенных видов работы. Другой важной характеристикой является длительность ультрафиолетового голодания (УФГ). Известно, что недостаточные дозы УФ радиации, как и избыточные, приводят к патологическим изменениям в организме человека.

Каждой градации факторов соответствует определенный балл: от лучших условий (1 балл) до наиболее жестких (5 баллов). По сумме баллов различают пять уровней дискомфорта климата: 0—15 баллов — умеренный дискомфорт, 15—25 — сильный, 25—35 — очень сильный, 35—45 — жесткий, 45—55 — крайне жесткий. Таким образом, оценка естественных ресурсов климата позволяет дифференцировать территорию по степени благоприятности для проживания человека. Каждый уровень дискомфорта может иметь стоимостное выражение через вынужденное сокращение рабочего времени, удорожание затрат на создание благоприятных условий проживания, работы и отдыха человека, приобретение одежды с необходимой теплоизоляцией, формирование потребительской корзины.

Результаты исследований И. Л. Савельевой и Л. Б. Башалхановой, а также еще целого ряда авторов представлены в монографии „Природно-ресурсный потенциал Иркутской области”. В ней дается всесторонняя оценка природно-ресурсного потенциала Иркутской области по ее административным районам. Определено место природных ресурсов области в стране и мире. Выявлены закономерности территориальной дифференциации минерально-сырьевых, водных, гидроэнергетических, ветроэнергетических, лесных, охотничье-промысловых, рекреационных ресурсов.

Большим достижением авторов данной работы можно считать составленную ими стоимостную оценку всех рассмотренных видов природных ресурсов.

Указанная монография может служить образцом для описания климатических ресурсов. Использованные в ней подходы к количественной оценке ресурсов можно частично применять и при оценке климатического потенциала России.

Вместе с тем существует еще одна важная проблема в изучении климатических ресурсов — это прогноз. Как и по всем другим ресурсным проблемам, первыми при постановке и попытках решения данной проблемы оказались агрометеорологи. В статье „Стохастическое моделирование и прогноз агроклиматических ресурсов при адаптации сельского хозяйства к региональным изменениям климата на территории России” В. А. Жуков и О. А. Святкина предложили методику прогноза агрометеорологических условий, основанную на использовании алгоритмов распознавания образов, аппарата цепей Маркова и принципа аналогичности. Суть метода состоит в том, что осуществляется поиск для исследуемой территории группы районов, климат которых в настоящее время приближается по своим параметрам к прогнозируемому для данной территории. Затем осуществляется стохастическое моделирование поведения системы климат—урожай на территории-аналоге, и характеристики неблагоприятных условий погоды экстраполируются на исследованную территорию.

Использование известной в экологии концепции, в соответствии с которой нормальный рост и развитие растений обеспечены в тех случаях, когда важнейшие циклы их развития совпадают с периодами, благоприятными для них по погодным условиям, и выявление неблагоприятных внешних отрезков в течение

вегетационного периода позволяют определить математическое ожидание потерь урожая каждой культуры в аномальные годы на территории исследуемого региона и будущие агроклиматические ресурсы.

В заключение следует отметить большую практическую значимость эколого-экономической оценки климатического ресурсного потенциала страны, так как любое производство, по существу, основано на использовании природных и, в том числе, климатических ресурсов.

В России подготовлена к изданию „Энциклопедия климатических ресурсов”.



## УПРАВЛЕНИЕ ДАННЫМИ В ОПЕРАТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ГИДРОМЕТЦЕНТРА РОССИИ

Все виды прогностической деятельности в области гидрометеорологии основываются на использовании данных, оперативно получаемых от различных наблюдательных систем, а также архивных данных. При составлении краткосрочных прогнозов в основном используются текущие данные о состоянии атмосферы, а при разработке долгосрочных и среднесрочных прогнозов используется также информация о прошлых состояниях атмосферы и гидросферы — за периоды времени от нескольких месяцев до ста лет.

Большой объем обрабатываемой информации, разнообразие наблюдательных платформ, широкий круг решаемых задач как оперативного, так и исследовательского характера требуют организации и совершенствования общей системы управления данными начиная от приема входной информации и заканчивая доведением результатов численных прогнозов до рабочих мест прогнозистов — синоптиков, океанологов, гидрологов и других специалистов — через локальные и глобальные сети.

Система управления данными главного вычислителя является важнейшей составляющей общей системы информационного обеспечения прогностической деятельности Гидрометцентра России. Она состоит из следующих разделов: технологическая линия обеспечения вычислителя данными наблюдений и продукцией зарубежных центров, объединенный банк прогностических, прикладных и исследовательских задач, автоматизированная система оперативной обработки информации, обеспечивающая регламентированный процесс совместной обработки данных, распределенная база данных коллективного доступа, обеспечивающая накопление, хранение и обмен информацией, технологические средства отображения и распространения в международных форматах произведенной продукции, информационное обеспечение исследовательских задач.

Все перечисленные технологии являются продуктом научной, оперативной и организационной деятельности нескольких поколений ученых и программистов Гидрометцентра России.

Первые системы расчета полей барической топографии на ЭВМ были разработаны и внедрены С. Л. Белоусовым почти 40 лет назад. В дальнейшем, к концу 1960-х годов, эти работы получили развитие на ЭВМ М-20 (М-220, М-222) и ВЕСНА. Тогда впервые был внедрен полный цикл оперативной обработки данных, начинавшийся с приема исходной информации, ее первичной обработки и заканчивавшийся расчерчиванием карт прогностических метеорологических полей на графопостроителе, которые затем передавались в оперативные подразделения. Реализация цикла проводилась вручную операторами ЭВМ и требовала их высокой квалификации вследствие низкой надежности вычислительной техники.

Установка в 1974 г. ЭВМ БЭСМ-6, одной из лучших в мире в то время, обладавшей высоким быстродействием, большим объемом магнитных барабанов и, главное, существенно более высокой надежностью, позволила начать работы по созданию автоматизированных систем обработки оперативной информации. Эти работы велись под руководством К. А. Семендяева и О. М. Кастина.

Кроме того, в это время произошел очень значимый для научного сообщества переход на язык программирования Фортран, что привело к резкому увеличению количества задач, выполнявшихся на ЭВМ.

В этот же период под руководством Б. Г. Буравцева делались первые шаги по технической и технологической организации распределенной обработки данных: прием и раскодирование данных наблюдений производились на ЭВМ МИНСК-32, раскодированные данные передавались по специальному каналу на БЭСМ-6, где выполнялись прогностические задачи, их результаты на магнитных лентах переносились на М-222 для расчерчивания, а также выдавались на перфоленду в одной из первых версий кода GRID для распространения в глобальной сети.

Появление в 1978—1980 гг. ЭВМ серии ЕС и Cyber-172 позволило поднять на новый, более высокий уровень разработку оперативных систем управления данными. В этот период была развита концепция банка данных ПРОГНОЗ, в рамках которой создавалось и внедрялось программное обеспечение автоматизированных систем оперативной обработки информации (АСОИИ-ЕС и АСОИИ-Cyber), баз данных гидрометеорологической информации и результатов прогнозов оперативного и исследовательского

назначения, средств визуализации данных разной степени обработки, архивации данных, формирования продукции прогностических моделей для дальнейшего распространения. Тогда же сформировалась организационная структура системы управления данными. Она включала группы администраторов баз данных, АСООИ, продукции, визуализации, которые проводили разработку, испытание и совместно с Главным вычислительным центром Росгидромета внедрение новых программных средств, консультировали авторов задач и пользователей ЭВМ.

Внедрение банка данных ПРОГНОЗ позволило существенно повысить эффективность использования гидрометеорологической информации, сделать ее доступной широкому кругу пользователей, во многом избежать таких непроизводительных затрат, как ручная подготовка данных, дублирование больших объемов информации на технических носителях, принадлежащих отдельным подразделениям, и др. Централизованные базы данных банка данных ПРОГНОЗ использовались в основных прогностических задачах, решаемых в Гидрометцентре: в объективном анализе полей метеорологических величин, краткосрочных региональных и полусферных прогнозах метеовеличин, прогнозах для авиации, прогнозах стока (ЭВМ ЕС), а также для среднесрочного прогноза погоды и модели общей циркуляции атмосферы (Cyber-172). Впоследствии на ЭВМ Hitachi в качестве внешних баз данных 15-уровневой спектральной модели (СМ-15) также использовались базы данных банка данных ПРОГНОЗ.

Система АСООИ-ЕС функционирует до настоящего времени на ЭВМ Compaq. В ее рамках выполняется несколько сеансов обработки данных, которые включают задачи расчета фактических и прогностических полей метеовеличин по региону и северному полушарию, комплекс задач анализа температуры поверхности океана, а также ряд специализированных задач.

С 1997 г. главным вычислителем Мирового метеорологического центра Москва является суперЭВМ CRAY Y-MP8E. Она имеет пиковую производительность 2,6 Гфлоп, тактовую частоту 6 нс, динамическую оперативную память 2 Гбайта, быструю статическую SSD-память 4 Гбайта, 8 центральных процессоров, суммарный объем дисковой памяти 62 Гбайта, автоматизированную ленточную библиотеку емкостью 1,2 Гбайта. Локальная вычислительная сеть (ЛВС CRAY) включает ~ 100 ПЭВМ и две рабо-

чие станции, имеет опосредованный выход в Интернет, а также связь с НИЦ „Планета” и ЦКС-Москва.

На CRAY Y-MP8E разработана и эксплуатируется достаточно развитая система управления данными, которая включает:

- систему оперативных баз данных гидрометеорологической информации разного уровня обработки;

- банк оперативных задач;

- автоматизированную систему управления оперативным счетом прогностических задач (АСООН-CRAY);

- оперативную технологию приема информации от ЦКС-Москва;

- оперативную систему раскодирования данных наблюдений и продукции зарубежных центров;

- резервную технологическую линию обеспечения CRAY Y-MP8E раскодированными данными с сервера ГИС Метео;

- систему формирования и выдачи продукции в ГИС Метео, ЦКС-Москва и Интернет;

- прикладные технологии: архивация данных всех уровней обработки на платформах CRAY и ПЭВМ, публикация некоторых видов сообщений из входного потока ЦКС-Москва на ПЭВМ оперативных подразделений ЛВС CRAY, удаленный доступ к базам данных CRAY Y-MP8E с рабочих станций и ПЭВМ ЛВС CRAY, визуализация прогностических полей на рабочих станциях ЛВС CRAY, мониторинг поступления данных наблюдений и продукции зарубежных центров.

### **Информационное обеспечение оперативных технологий**

Общая система функционирования оперативных технологий обработки гидрометеорологической информации на CRAY Y-MP8E представлена на рис. 1. Ядром системы является распределенная информационная база данных. Она включает:

- совокупность файлов, содержащих первичные данные наблюдений, продукцию зарубежных прогностических центров в коде GRIB и различную текстовую информацию, поступающую из УГМС и наблюдательной сети;

- раскодированные данные наблюдений, размещенные в базе данных наблюдений;

- базы данных фактических и прогностических полей метео-элементов, рассчитанных по различным моделям;
- архивные базы данных;
- исследовательские базы данных, предназначенные для проведения экспериментов при разработке и развитии алгоритмов прогностических моделей.

В основу разработки системы информационного обеспечения были положены следующие принципы: все данные наблюдений,

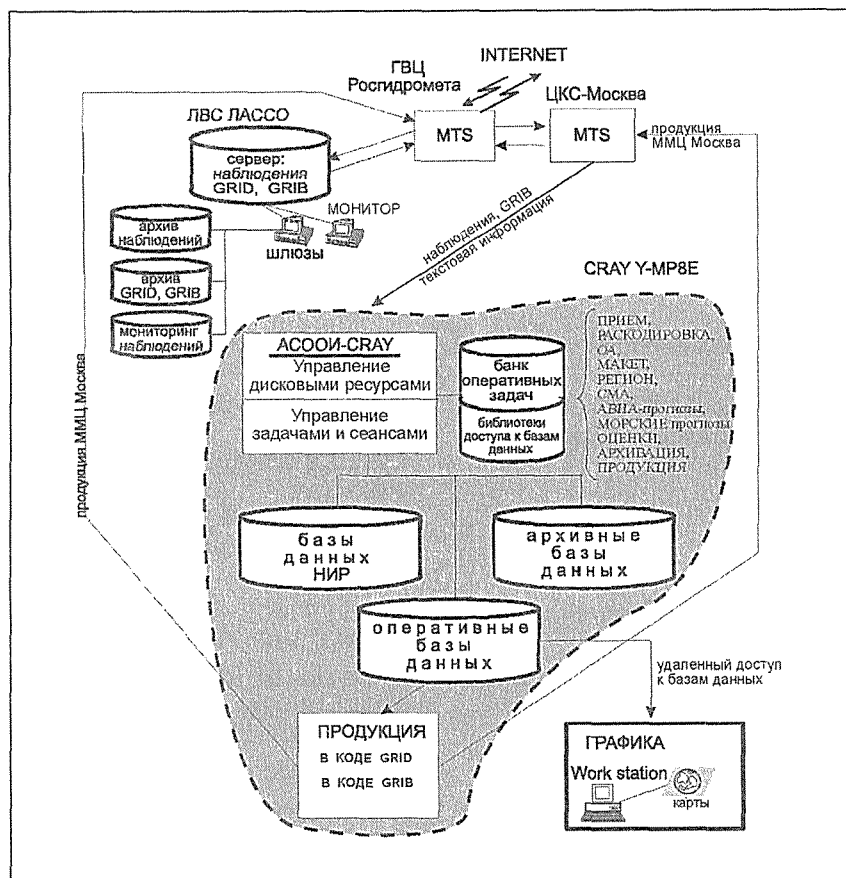


Рис. 1. Общая схема функционирования оперативных технологий обработки гидрометеорологической информации на ЭВМ CRAY Y-MP8E.

поступающие в ЦКС-Москва, должны раскодироваться и размещаться в базе данных наблюдений; на каждом этапе обработки должна производиться запись результатов в соответствующие базы данных или файловые системы и по возможности их архивация; пользователи должны иметь возможность получить интересующие их данные любого уровня обработки в зависимости от степени доверия к результатам предыдущих программ обработки, при этом интерфейс должен быть достаточно дружелюбным.

Раскодированные данные наблюдений размещаются в специализированной реляционной базе данных наблюдений. Эта база оперативно используется в задачах системы объективного анализа полей метеовеличин, глобальной системой усвоения данных, а также в ряде исследовательских задач.

Для выборки данных используется библиотека операторов доступа, с помощью которой осуществляется гибкая выборка данных из программ пользователей в соответствии с указанным запросом. Состав базы данных наблюдений приведен в таблице.

Таблица

#### Информационный состав базы данных наблюдений

Имя отношения	Включенные коды наблюдений
ZAGL — заголовки телеграмм	SYNOP-FM12, BUOY, BATHY, TESAC, TEMP(A-D), PILOT-SHIP(A), PILOT(A), TEMP-SHIP(A-D), AIREP, SATOB, KN-24, KN-15, TEMP-DROP(A-D), SATEM(A), SHIP-FM13
SYNP — наблюдения на поверхности земли и океана	SYNOP-FM12, BUOY, BATHY, TESAC, SHIP-FM13
TEMP — аэрологические наблюдения	TEMP(A - D), TEMP-SHIP(A - D), TEMP-DROP(A - D), PILOT-SHIP(A), PILOT(A)
SHIP — синоптика моря	SHIP-FM13, BUOY
BATHY — океанография	BATHY, TESAC, BUOY
HYDR — гидрология	KN-15, KN-24
SATM — спутниковые наблюдения	SATEM(A)
SATB — спутниковые наблюдения	SATOB

Поля анализов и прогнозов, поступающие от зарубежных центров в коде GRIB, и поля, производимые системой объективного анализа и прогностическими моделями Гидрометцентра России, размещаются в группе баз данных прямого доступа с именованными ключами и общим интерфейсом (типа SHOT). Состав баз данных и период хранения данных определяются потребностями прогностических задач. В базах содержатся постоянно хранящиеся и циклически обновляемые данные, представленные в виде полей или многолетних рядов полей метеовеличин, а также нормализованных таблиц различного содержания.

Для доступа к базам данных типа SHOT в режиме чтения и записи пользователям предоставляется библиотека операторов доступа, единая для всех оперативных и архивных баз этого типа.

Объем оперативных баз данных составляет ~ 5 Гбайт. Их пользователями являются сотрудники оперативных и научных подразделений Гидрометцентра России, а также ряда НИУ Росгидромета.

Централизованный архив Гидрометцентра России на ЭВМ CRAY Y-MP8E включает: систему архивных баз данных полей объективного анализа метеовеличин, который ведется в Гидрометцентре России с 1986 г.; базу данных, содержащую исторические ряды среднемесячных полей метеовеличин (некоторые из них начинаются с 1898 г.); базу данных макетов проконтролированных данных наблюдений (с 2000 г.). Централизованный архив размещается на магнитных носителях роботизированной ленточной системы ЭВМ CRAY Y-MP8E и CD-дисках.

Доступ к данным, размещенным в оперативных и исследовательских базах данных типа SHOT, возможен как из программ пользователей, выполняющихся на ЭВМ CRAY Y-MP8E, так и непосредственно из программ, выполняющихся на ПЭВМ и рабочих станциях ЛВС CRAY. Для этого используются специализированные средства удаленного доступа — сервис remDB. Сервис remDB — это сетевое приложение, выполняющее обмен данными между разнородными операционными средами с использованием сетевого протокола TCP/IP и программного интерфейса Windows Sockets в технологии клиент-сервер. Сервер реализован на CRAY Y-MP8E, а клиент имеет несколько разновидностей в зависимости от используемой вычислительной платформы. Сервис remDB

широко применяется в информационном обеспечении оперативной и исследовательской деятельности, в частности, в задачах визуализации полей метеовеличин на рабочей станции в среде графического пакета PV-WAVE и технологии доведения до ПЭВМ синоптиков-прогнозистов некоторых видов текстовой информации, получаемой из УГМС.

Для выполнения ряда прогностических задач не требуются вычислительные ресурсы CRAY Y-MP8E, а достаточны мощности ПЭВМ при наличии полноценного информационного обеспечения. Поэтому развивается технология публикации данных непосредственно на рабочие места пользователей в соответствии с их локальными информационными потребностями. При этом может быть достигнута максимально высокая информационная поддержка. Сервис gemDB и технология публикации данных обеспечивают распределенную обработку данных в ЛВС CRAY.

### **Технология оперативной обработки информации**

Для осуществления регулярного счета различных прогностических задач разработана, эксплуатируется и развивается автоматизированная система оперативной обработки информации (АСОИ-CRAY), которая обеспечивает следующие основные возможности:

- организация взаимодействия задач посредством общих (разделяемых) данных, размещенных в базах данных;
- группирование взаимосвязанных задач по принципу сеансов последовательной обработки данных;
- автоматический запуск сеансов согласно заданному сценарию в пакетном режиме, при этом возможно как последовательное, так и параллельное выполнение сеансов;
- протоколирование процесса счета сеансов;
- организация системы хранения и предоставления авторам листингов прикладных задач;
- централизованное сопровождение банка оперативных задач.

В текущей версии банк задач содержит 65 прогностических и специализированных задач, которые объединены в 23 различных сеанса. Всего за сутки запускается 37 сеансов и 169 задач. На рис. 2



изображена временная диаграмма функционирования оперативных технологий на ЭВМ CRAY Y-MP8E.

Связь по данным между прогностическими задачами осуществляется посредством использования системы информационных баз данных, а связь по управлению — посредством автоматизированной системы управления АСОИИ-CRAY, которая является сложным многофункциональным программным комплексом с собственной управляющей базой данных.

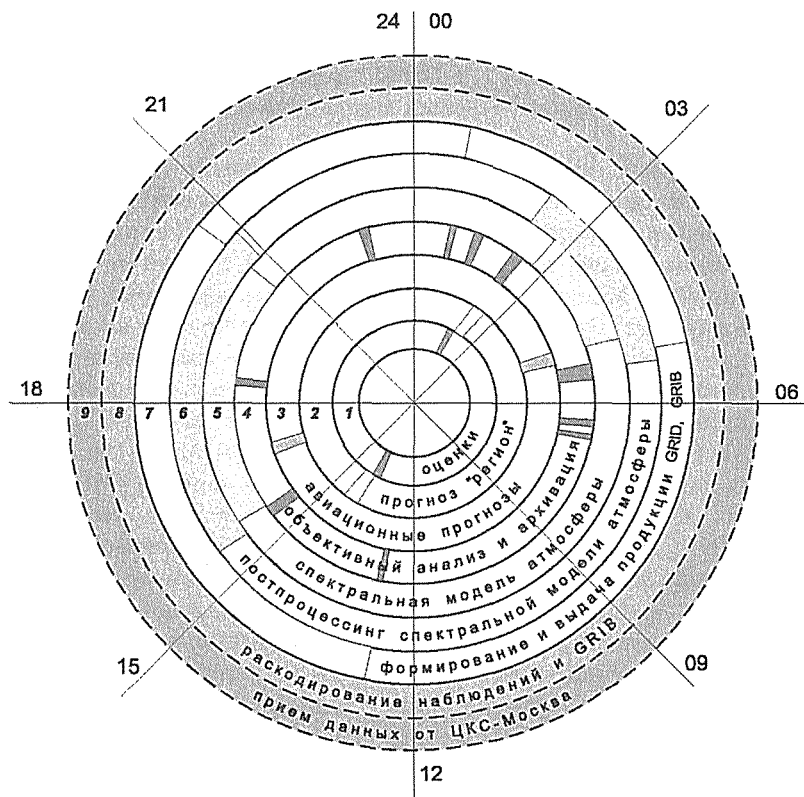


Рис. 2. Диаграмма функционирования оперативных технологий на ЭВМ CRAY Y-MP8E.

В настоящей версии за сутки формируется ~ 1460 сообщений в коде GRID и ~ 3600 сообщений в коде GRIB.

Технология АСОИИ-CRAY разработана как открытая система, которая позволяет унифицированным способом добавлять новые прогностические и специализированные задачи в банк задач, модифицировать существующие задачи, конфигурировать новые и существующие сеансы обработки данных. Средства администрирования дают возможность администратору системы и операторам ЭВМ полностью контролировать весь вычислительный процесс, протекающий в рамках АСОИИ-CRAY.

### **Обеспечение CRAY Y-MP8E данными наблюдений и продукцией зарубежных прогностических центров**

Обеспечение ЭВМ CRAY Y-MP8E данными наблюдений и продукцией зарубежных центров может производиться по двум независимым технологическим линиям. В одной из них источником данных является сервер ГИС Метео, в другой — непосредственно ЦКС-Москва. Более перспективным является, конечно, второй вариант. Однако жесткие сроки разработки и ввода в оперативную эксплуатацию программного обеспечения технологий, а также отсутствие в период разработки в 1996 г. утвержденного протокола обмена данными между ЦКС-Москва и ЭВМ CRAY Y-MP8E привело к использованию на первом этапе раскодированных данных, размещенных в базе данных сервера ГИС Метео.

Для реализации этой линии разработана технология МОНИТОР, которая обеспечивает главный вычислитель очередной порцией информации по графику, согласованному с расписанием счета сеансов АСОИИ-CRAY. При этом в начале каждого сеанса выполняются задачи усвоения полученных данных в базах данных наблюдений и SHOT. Главным недостатком этой технологической линии является полная зависимость состава и наполнения баз данных АСОИИ от информационной базы ГИС Метео.

Для реализации линии информационного обеспечения ЭВМ CRAY Y-MP8E непосредственно от ЦКС-Москва разработана и в настоящее время находится в режиме оперативного использования технология приема и усвоения потока данных, поступающих из ЦКС. Прием данных выполняется по протоколу, установлен-

ному Всемирной метеорологической организацией, в круглосуточном режиме. В процессе приема формируется очередь входных файлов, которая обрабатывается программами раскодирования. Схема приема и раскодирования данных от ЦКС-Москва приведена на рис. 3.

На этапе раскодирования входной информации производится разбор информационного потока по типам сообщений (данные наблюдений, сообщения GRIB, текстовые сообщения об опасных явлениях и резком изменении погоды), раскодирование отдель-

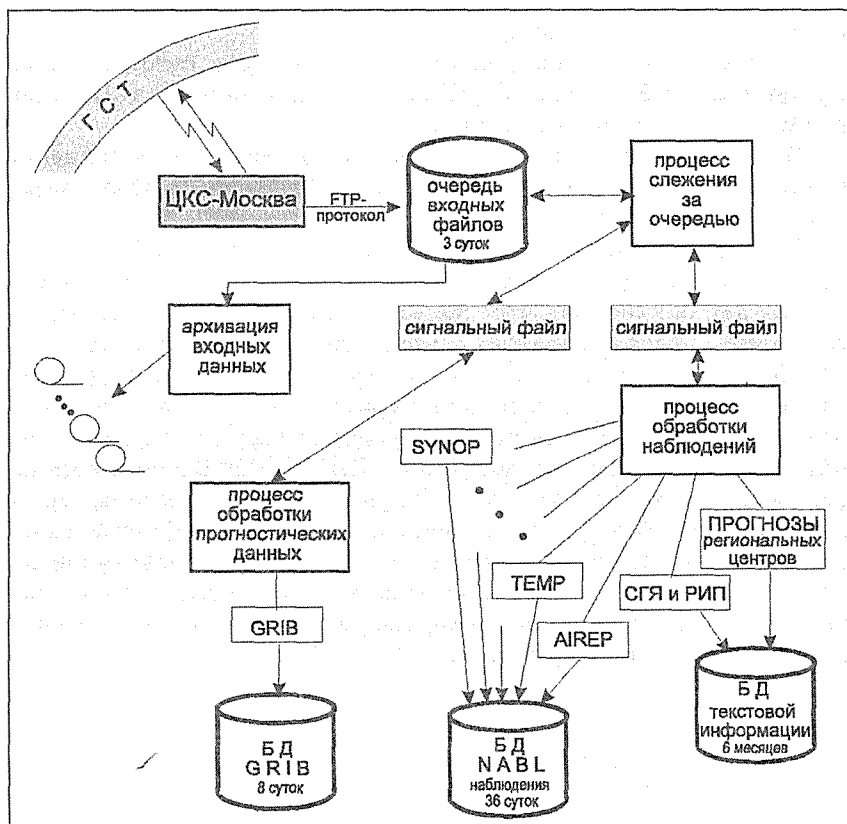


Рис. 3. Схема приема и раскодирования данных от ЦКС-Москва.

ных кодовых форм, запись обработанных данных в базы данных наблюдений и GRIB, а также формирование файла текстовой информации.

Для обеспечения доступа к раскодированной информации пользователям предоставляются:

- библиотека пользовательского интерфейса с базой наблюдений на суперЭВМ CRAY Y-MP8E;

- библиотека доступа к данным, размещенным в базах данных типа SHOT;

- программное обеспечение удаленного доступа к текстовым сообщениям о погоде, а также СГЯ и РИП в архитектуре клиент (ПЭВМ) — сервер (CRAY);

- программное обеспечение рабочего места сотрудника на ПЭВМ в сети CRAY для визуализации, анализа и архивации перечисленных текстовых сообщений.

Для архивации данных наблюдений обеспечивается хранение ежемесячной копии 36-суточной базы наблюдений в роботизированном архиве CRAY.

В рамках технологии реализован доступ ко всем базам данных в режиме разделения времени, т. е. обеспечена процедура чтения данных из программ пользователей на фоне непрерывного прямого усвоения данных в процессе их раскодирования.

Можно констатировать, что в настоящее время в Гидрометцентре России создана достаточно эффективная система управления данными, на основе которой функционируют основные оперативные технологии на суперЭВМ CRAY Y-MP8E и осуществляется выпуск прогностической продукции и проведение научных исследований. Приоритетным направлением дальнейшего развития должно стать создание новых технологий распределенной обработки данных в сети с использованием централизованной системы баз данных, а также совершенствование систем долговременного хранения информации.

## ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В СИСТЕМЕ ГИДРОМЕТСЛУЖБЫ

В любой науке публикация результатов исследований является венцом научной работы. Это и форма отчетности, и способ внедрения научных идей, и основа для разработки методов их практической реализации. В гидрометеорологии, которая родилась на основе наблюдений за состоянием природной среды, особое значение имеет также публикация их результатов. Обзоры, ежегодники, ежемесячники, бюллетени, содержащие первичные или обработанные данные наблюдений, — рабочий инструмент ученого и одновременно неоценимый материал для обслуживания самых разных потребителей гидрометеорологической информации. Именно с публикации сводов гидрометеорологических данных и началась издательская деятельность в отечественной гидрометеорологии.

Метеорологические и гидрологические записи велись одновременно с производством наблюдений. В России первые визуальные наблюдения за погодой относят к 1650 г. В „Дневальных записках” Приказа тайных дел, относящихся к третьей четверти XVII в., содержится более 2000 ежедневных метеорологических записей. Сохранились записи наблюдений на морях с 1720 г., в некоторых центрах России с 1725 г. — года начала регулярных инструментальных метеорологических наблюдений, организованных Петербургской академией наук. Однако все это были уникальные своды данных в единственном экземпляре, которые скорее архивировались, чем использовались. В то время метеорология не имела еще ни научных основ, ни организации, позволяющей развивать метеорологию как науку.

Начало Гидрометеорологической службы в России и, следовательно, регулярного обобщения и научного анализа результатов наблюдений относится к 1834 г., когда в Петербурге под руководством академика А. Я. Купфера была основана Нормальная магнитная и метеорологическая обсерватория, объединившая работу других обсерваторий России. Уже в 1837 г. Нормальная обсерватория стала издавать (т. е. размножать в виде печатной продукции) „Сводь метеорологических наблюдений”. С 1849 г. эту функцию взяла на себя Главная физическая обсерватория (ГФО),

преемница Нормальной обсерватории. С 1865 г. „Сводь” были преобразованы в „Летописи ГФО”, издание которых велось несколько десятилетий.

Именно с этих книг и началась регулярная издательская деятельность Гидрометслужбы России. Именно они, а также данные ежедневного бюллетеня погоды, выпуск которого начался в ГФО 1 января 1872 г., легли в основу гидрометеорологической науки, первые результаты которой не заставили себя ждать. Во второй половине XIX и начале XX в. в ГФО выходят в свет монографии, посвященные научному осмыслению данных многолетних наблюдений: „О климате России” К. С. Веселовского, „О температуре воздуха в Российской империи” Г. И. Вильда, „О вскрытии и замерзании рек Российской империи” М. А. Рыкачева и др. Вершиной издательской деятельности ГФО в области климатологии периода становления гидрометеорологической науки можно считать „Климатологический атлас Российской империи”, выпущенный к 50-летию Обсерватории. При его составлении были использованы данные наблюдений с 1895 г., обобщенные в виде 89 карт и 15 графиков.

Особо следует отметить издательскую деятельность А. И. Воейкова. Опубликованный им в 1884 г. фундаментальный труд „Климаты земного шара, в особенности России” и ряд других работ заложили основы теоретической климатологии. Впервые было введено и обосновано понятие климатообразующих факторов, показано их взаимодействие, предложен один из основных в климатологии метод балансов. А. И. Воейков основал первый в России научный гидрометеорологический журнал „Метеорологический вестник”, который выходил в свет с 1891 по 1935 г.; его заменил впоследствии выпускающийся и ныне ежемесячный научно-технический журнал „Метеорология и гидрология”.

Первая мировая война, революция и разруха в России отрицательно сказались на развитии науки и, следовательно, на издании научной литературы. Но вскоре важность гидрометеорологии для восстановления хозяйства и организации обороны страны стала очевидной, и в 1921 г. появился декрет „Об организации гидрометеорологической службы РСФСР”. С этого времени развитие гидрометеорологии осуществляется в рамках централизованной государственной системы наблюдений за состоянием атмосферы и гидросферы, их изучения и практического обслу-

живания потребителей. В этих условиях потребность в таких изданиях, как наставления, руководства, учебники, научные труды, методические пособия, резко возросла, и стала остро ощущаться необходимость создания при Гидрометслужбе централизованной издательской организации.

В 1932 г. в системе Гидрометкомитета СССР при Народном комиссариате земледелия СССР в Москве был организован редакционно-издательский сектор, преобразованный в 1934 г. в Редакционно-издательский отдел Центрального управления единой гидрометеорологической службы (Редиздат ЦУЕГМС). Через год в Ленинграде путем слияния редакционно-издательских отделов ГГО и ГГИ создается отделение Редиздата ЦУЕГМС. Наконец, 13 февраля 1937 г. СНК СССР постановлением № 236 утвердил Устав Научно-технического гидрометеорологического издательства — Гидрометеоиздата. Однако датой основания Гидрометеоиздата справедливо считается 20 января 1934 г., когда был основан Редиздат ЦУЕГМС, поскольку именно тогда у издательства появились особые полномочия.

Хотя штат Редиздата ЦУЕГМС был небольшим — всего 11 человек, стремление централизовать издательскую деятельность и направить ее на плановое удовлетворение потребностей Гидрометслужбы проявилось весьма четко. У Редиздата уже была своя самостоятельная смета расходов, утверждавшаяся в Наркомфине СССР. В планах его работы появились такие вопросы, как выявление периферийных издательских инициатив и унификация издания по Службе в целом. Большую роль в упрочении позиций Редиздата, а затем Гидрометеоиздата как ведущего издательского центра сыграл приказ ЦУЕГМС № 55/500 от 25 декабря 1934 г. по реорганизации издательского дела. В нем отмечалось, что „несмотря на ряд указаний, научно-исследовательские учреждения и УГМС продолжают вести самостоятельно издательскую работу без согласования с ЦУЕГМС: в Ленинграде — в ГГО и ГГИ — разбухшие издательские аппараты (до 20 человек); имея собственную полиграфическую базу, ленинградцы издают литературу без всякого плана, и реализация на местах происходит неактивно, в результате чего в одном Ленинграде накопилось литературы на 600 000 рублей; еще хуже обстоит дело в УГМС”.

Данным приказом было открыто уже упомянутое Ленинградское отделение Редиздата, все ведомственные типографии в Мос-

кве и Ленинграде были переданы в ведение Редиздата, запрещена любая издательская деятельность в УГМС (за исключением выпуска бюллетеней погоды), все учреждения обязаны были передавать свои издательские программы в Редиздат на утверждение.

Итак, жесткая централизация. Может быть, она была внутренне не оправданна и явилась следствием общего усиления тоталитарных тенденций в государственном управлении. Ответ на этот вопрос следует искать в особенностях главных направлений деятельности Гидрометслужбы.

Основополагающая часть обязанностей любой гидрометслужбы состоит в сборе, обработке, передаче информации о состоянии природной среды, ее научной интерпретации, своевременном и качественном обслуживании потребителей. Все эти функции по своему характеру являются полуговарными: наблюдения должны проводиться строго синхронно, однообразными приборами по единой методике; кодирование и способы передачи данных должны быть унифицированы; методы обработки данных, составления прогнозов и информации, а также способы оценки их достоверности — едины и обязательны для всей страны.

В деле достижения этих требований роль централизации издательского дела очень велика: либеральная издательская политика при наличии многих издающих организаций с большой вероятностью может привести к нарушению единообразия методических устоев Гидрометслужбы. Именно эти соображения послужили главной причиной организации одного органа Службы, полностью отвечающего за все ее публикации, — Гидрометеоздата.

Последним предвоенным мероприятием по организации работы Гидрометеоздата был перевод центрального издательства в Ленинград в начале 1941 г. и придание статуса отделения его московской ячейке. Основанием данной реорганизации послужило то, что львиная доля всех изданий, особенно трудов институтов и монографий, приходилась на Ленинград, где научных подразделений Службы было больше. Кроме того, здесь же была основная полиграфическая база Гидрометеоздата.

Структура Гидрометеоздата, сложившаяся в 1941 г., оказалась в дальнейшем устойчивой и с небольшими изменениями сохранялась более полувека, вплоть до 1994 г. Центральное изда-



гелство помещалось в здании ГГИ, на 2-й линии Васильевского острова. Основная полиграфическая база Гидрометеоздата — 2-я типография состояла из крупной типографии в Прачечном переулке (бывшая типография товарищества Брокгауз и Ефрон), литографии на 23-й линии Васильевского острова (бывшая литография ГГО) и небольшой типографии в Эрмитаже, которая впоследствии была передана музею по просьбе его директора академика И. А. Орбели. Московское отделение, предназначенное прежде всего для обслуживания центрального аппарата Службы и отчасти московских институтов, располагало небольшой 1-й типографией Гидрометеоздата.

Первым директором Гидрометеоздата был назначен Николай Васильевич Цветков, который с февраля 1935 г. уже руководил Ленинградским отделением Редиздата ЦУЕГМС. Более 20 лет отдал Н. В. Цветков издательскому делу в системе Гидрометслужбы. Деятельность его на посту директора Гидрометеоздата дважды прерывалась: с ноября 1939 по октябрь 1940 г. он участвовал в Советско-финляндской кампании, а с июля 1941 по август 1943 г. был на фронтах Великой Отечественной войны. В 1946 г. он окончательно вернулся в Гидрометеоздат и руководил им до 1955 г. Главной заслугой Н. В. Цветкова является разработка и внедрение тех направлений деятельности Гидрометеоздата, которые сделали его неотъемлемой частью Гидрометслужбы, способной удовлетворять все издательские запросы сложной системы гидрометеорологического обеспечения народного хозяйства. Было налажено издание утвержденных, т. е. единых для всей Службы, наставлений по производству наблюдений и по прогнозам, методических пособий, справочников и других нормативных изданий, которые ныне объединены общим названием — производственно-техническая литература.

С именем Цветкова связано первое фундаментальное справочное издание Гидрометеоздата — „Водный кадастр СССР”, работа над которым началась еще в 1933 г., когда Н. В. Цветков был назначен цензором Кадастра. В довоенные годы, помимо производственно-технической литературы, в Гидрометеоздате вышли книги, ставшие классическими, а некоторые из них использовались как учебники долгие годы, на них воспиталось целое поколение отечественных гидрометеорологов: „Основные положения синоптического метода долгосрочных прогнозов погоды”

Б. П. Мультиановского, „Трехмерносвязный синоптический анализ” Тура Бержерона, „Введение в синоптический анализ” С. П. Хромова, „Опыт долгосрочных гидрологических прогнозов на малых реках” О. Т. Машкевича, „Мировой агроклиматический справочник” Г. Т. Селянинова, „Гидрология суши” М. А. Велликанова, „Курс метеорологии” В. Н. Оболенского, „Морские воды и льды” Н. Н. Зубова и др.

Продолжали издаваться труды институтов, причем была сделана попытка их издательской унификации: вместо трудов каждого института стали выпускаться единые научные труды ГУГМС в восьми тематических сериях. Главной идеей такой реорганизации была мысль об ускорении выпуска трудов (предполагалось, что выпуски будут небольшими). Война помешала довести эту идею до конца, и серии быстро превратились снова в труды институтов.

Другой новейшей попыткой, совершенно необычной в то время и явно время опередившей, являлась попытка перевести издание ежегодников на технический носитель — фотопленку. Были разработаны макеты ежегодников, но отсутствие в то время удачных аппаратов для чтения с пленки не позволило провести в жизнь это предложение. Широкое распространение этот метод получил только в 1960-х годах, когда использование пленок-микрофишей стало обязательной составляющей архивирования.

Таким образом, уже до Великой Отечественной войны сложились основные направления деятельности Гидрометеоиздата: производственно-техническая, научная литература, учебники, справочники и периодика. Последнюю представлял не только научно-технический журнал „Метеорология и гидрология”, но и первый научно-популярный гидрометеорологический журнал „Погода”, ответственным редактором которого был начальник ГУГМС Е. К. Федоров. „Погода” выпускалась ежемесячно массовым тиражом с марта 1940 г. до начала войны.

Война застала издательство на подъеме: план 1941 г. предусматривал выпуск более 200 названий общим объемом до 5000 учетно-издательских (уч.-изд.) листов. Однако быстрое продвижение немцев к Ленинграду потребовало эвакуации издательства, чтобы наладить бесперебойное обеспечение Гидрометслужбы Красной Армии необходимой печатной продукцией. Но

эвакуировать из Ленинграда в Свердловск удалось лишь две печатные машины и немного шрифта. Большая часть персонала Гидрометеоздата осталась в осажденном Ленинграде.

В этих условиях всю тяжесть оперативного обслуживания Гидрометслужбы Красной Армии пришлось принять на себя Московскому отделению, которое в апреле 1942 г. было преобразовано в Издательство ГУГМС КА. Таким образом, в Москве вновь оказался центр Гидрометеоздата, который оставался там до конца войны. Начальником издательства стал Н. Н. Грибанов, который ранее был ответственным редактором журнала „Метеорология и гидрология” (во время войны выпуск журнала был прекращен).

Издательские кадры в Москве были, но мощность небольшой 1-й типографии оказалась недостаточной для печати все возрастающих объемов военно-метеорологических пособий, карт, руководств. Поэтому уже зимой 1941-42 гг. было организовано Свердловское отделение издательства, на которое возлагались основные полиграфические задачи. Здесь на эвакуированной из Ленинграда технике и на печатных машинах издательства „Уральский рабочий” под руководством энергичного и опытного полиграфиста М. С. Богаевского, который до этого был директором скромной типографии в Ташкенте, развернулась большая работа: изготавливались тиражи гидрометеорологических описаний к планшетам топографических карт, руководств и инструкций для фронтовых метеорологов, печатались карты и бланковый материал, выпускался бюллетень с долгосрочным прогнозом погоды, было даже восстановлено издание трудов НИУ.

Наши фронтовые синоптики научились работать с так называемой обрезанной картой, т. е. при полном отсутствии данных за линией фронта и из Европы, но тем не менее любая метеоинформация из этих районов была на вес золота. Поэтому партизанские отряды в тылу врага должны были проводить метеорологические наблюдения и передавать их данные по радио. С целью методического обеспечения таких работ специально для партизан было написано и издано наставление по простейшим видам метеорологических наблюдений.

В конце 1943 г. через начальника Гидрометслужбы Красной Армии удалось добиться откомандирования в Ленинград из действующей армии Н. В. Цветкова. Он быстро наладил работу Ле-

нинградского отделения Гидрометеоздата и уцелевшей части 2-й типолитографии. Количество названий и тиражи гидрометеорологических изданий существенно возросли. В это же время в Москве началось издание „Информационного сборника по метеорологии и гидрологии”, являвшегося своеобразной заменой журнала „Метеорология и гидрология”. Возникли планы дальнейшего производства „мирной” продукции — учебников и монографий.

Вскоре после войны довоенная структура издательства, уже доказавшая свою целесообразность и жизнеспособность, восстанавливается: приказом по ГУГМС № 5 от 20 февраля 1946 г. Гидрометеоздат переведен в Ленинград, месяцем позже восстановлено Московское отделение Гидрометеоздата. Свердловское отделение, с честью выполнявшее задачи военного времени, но являвшееся вынужденной структурой, было ликвидировано. Гидрометеоздат вместе со всей страной переводил свою работу на мирные рельсы.

Для издательства это означало не только выход на рубежи 1940 г. по количеству названий и объему продукции, но и дальнейшее расширение тематики выпускаемых книг с учетом запросов Гидрометслужбы. В 1940 г. общий объем выпущенной литературы составил 2800 уч.-изд. листов. В 1945 г. он едва составил 1250 уч.-изд. листов. Но уже в 1948 г. удалось поднять выпуск в 1,6 раза по сравнению с довоенным — 4500 уч.-изд. листов.

Такое значительное увеличение выпуска было обусловлено не только напряженной работой коллектива издательства, но и тем, что около 80 % выпущенных названий представляли собой переиздания нормативной литературы, ежегодники и обзоры справочного характера, не требовавшие большой редакционной (предпечатной) подготовки. Между тем жизнь ставила задачи качественно иного характера: интенсивно восстанавливалась разрушенная войной сеть гидрометеорологических станций, возрастали объемы оперативного обслуживания и научной работы Гидрометслужбы, и в этих условиях решающее значение приобретала подготовка новых кадров. Необходимо было резко повысить объемы издания учебников и учебных пособий для вузов и техникумов.

Предвидя послевоенную ситуацию, Гидрометеоздат еще в 1944 г. возобновил издание учебников, но основная работа нача-

лась в 1945 г. При активной помощи НИУ Гидрометслужбы издательству удалось организовать многочисленные авторские коллективы и обеспечить квалифицированное редактирование поступающих рукописей.

В течение 1945—1953 гг. Гидрометеиздат выпустил 63 названия учебной литературы общим объемом 1948 уч.-изд. листов и тиражом 325 000 экземпляров. Большинство книг издавалось впервые, многие из них являлись первыми в мировой науке обобщениями. К таким книгам относятся фундаментальный „Курс метеорологии” П. Н. Тверского, „Практическая океанография” В. А. Снежинского, „Общая гидрохимия” О. А. Алекина и др.

Развитие гидрометеорологической науки в указанные годы отражено в 514 названиях изданной научной литературы. Авторы ряда книг, вышедших в Гидрометеиздате, получили за свою работу высокую награду — Сталинскую премию (переименованную затем в Государственную). Лауреатами этой премии стали известные ученые, с именами которых был связан и дальнейший прогресс гидрометеорологии, — О. А. Алекин, В. А. Бугаев, Д. И. Соколовский, В. В. Тимонов.

В условиях политической „оттепели” конца 1950-х годов у отечественных ученых появилась возможность широкого выхода на мировую научную арену, который осуществлялся прежде всего через обмен научной литературой. В 1963 г. литература Гидрометеиздата экспортировалась уже в 30 стран мира. Одной из первых отечественных книг, выпущенных Гидрометеиздатом и получивших большое международное признание, стал „Метеорологический словарь” С. П. Хромова и Л. И. Мамонтовой: 17 стран мира приобрели права на него и издали у себя. Со своей стороны Гидрометеиздат стал практиковать закупку прав на издание лучших зарубежных книг по гидрометеорологии, переводил их на русский язык и публиковал, освещая крупные достижения зарубежной науки. Практика международного книгообмена установилась в качестве постоянного элемента работы издательства начиная с 1970-х годов, особенно развилась она после организации Московской книжной выставки-ярмарки, которая повторяется каждые два года и собирает сотни издательств со всего мира. Уже в 1990-х годах книги Гидрометеиздата представлялись на выставках во Франкфурте-на-Майне и в Лейпциге.

К середине 1960-х годов Гидрометеиздат оформился в крупное ведомственное научно-техническое издательство, которое по объему продукции и номенклатуре названий прочно вошло в первую десятку научно-технических издательств страны. Установились виды издаваемой литературы и ее годовой объем (более 5000 уч.-изд. листов). С 1950 г. журнал „Метеорология и гидрология” стал выходить ежемесячно, а в 1966 г. его объем увеличился с 4 до 8 листов.

О состоянии книгоиздательского дела в системе Гидрометслужбы в то время лучше всего свидетельствует анализ плана изданий на 1964 г. Первое место (70 % объема в уч.-изд. листах) занимает справочная и нормативная литература, регламентирующая работу подразделений Службы и освещающая результаты наблюдений за состоянием природной среды. Второе место принадлежит трудам НИУ (12 %), третье место — научным монографиям (9 %). Учебная литература представлена слабо (3 %), что объясняется усиленным ее выпуском в 1950-х годах, когда удалось насытить учебниками библиотеки институтов и техникумов в полном соответствии с учебными планами. Наконец, научно-популярная литература, несмотря на ее очевидную важность, занимала скромное пятое место по объему изданий (2 %). Около 4 % объема приходилось на прочую литературу.

Что обращает на себя внимание? Прежде всего относительно небольшой для научно-технического издательства удельный вес монографической научной литературы (9 %). Казалось бы, такое издательство должно главное внимание уделять публикации больших обобщающих работ, подводящих итоги, намечающих перспективы научных исследований. Чтобы понять это несоответствие, нужно обратиться к экономике издательского дела, которая во все времена была одним из определяющих факторов успеха или неуспеха книгоиздателей.

Издание подавляющего большинства позиций годовых планов Гидрометеиздата всегда финансировалось (примерно до 1992—1994 гг.) институтами-разработчиками литературы. Сотрудники НИУ выступали в качестве авторов работ, предназначенных к публикации, а сами институты заказывали их выпуск Гидрометеиздату, полностью оплачивая все издательские расходы. Такие издания называются заказными (или договорными) и обычно включают в себя наставления, руководства, методичес-

кие указания, ежегодники, сборники научных трудов, т. е. то, что является результатом выполнения научно-исследовательских тем. Крупные монографии, как правило, являются результатом внеплановой работы авторов, и их издание институтом не оплачивается. Издание монографий осуществлялось тогда только за счет собственных средств издательства и назывались такие издания собственными. Где издательству взять деньги на собственные издания? Только от реализации литературы, причем литературы высокодоходной. Такой, по определению, является массовая литература, в нашем случае — научно-популярная. Но из анализа плана изданий 1964 г. видно, что и ее было еще очень мало. Таким образом, издание научных монографий прямо зависело от успешности коммерческой реализации научно-популярной литературы.

Решать задачу расширения тематики и объемов выпуска монографической литературы надо было срочно. Именно в 1960—1970 гг. наблюдался особенно заметный количественный и качественный рост науки, оформились новые научные направления гидрометеорологии, которые очень скоро дали основной поток научной монографической литературы: численные методы анализа, моделирования и прогноза, спутниковая метеорология, радиолокационная метеорология, климатология в новом прочтении как наука о тенденциях и причинах изменения климата, мониторинг и охрана природной среды (экология), интенсивно развивались исследования морей и океанов.

В 1963 г. в Гидрометеоздат пришел новый директор — Артемий Николаевич Михайлов, на долю которого и выпало решение всех этих вопросов, поставленных жизнью.

Научно-популярная литература нуждалась в поддержке, расширении ее тематики и увеличении тиражей не только потому, что была источником финансовых поступлений. Только с помощью этой литературы возможна широкая и углубленная пропаганда деятельности Гидрометслужбы, разъяснение основ науки и необходимости использования ее достижений в народном хозяйстве. Не один специалист пришел в гидрометеорологию через увлечение научно-популярными книгами.

Издание научно-популярной литературы началось в Гидрометеоздате вскоре после войны. Особое место здесь занимает научно-художественная книга М. И. Ильина „Человек и стихия”,

впервые вышедшая в 1947 г. Она впоследствии издавалась на языках всех республик СССР и во всех социалистических странах Европы и Азии. В Стокгольме на конкурсе детской и юношеской книги она получила первую премию.

В 1946—1953 гг. было выпущено 72 названия научно-популярной литературы тиражом 783 тыс. экз. Впоследствии, когда директором Гидрометеоиздата стал Владимир Иванович Саврасов, популярная литература прочно вошла в планы изданий.

Выпускались серии книг, среди них „Библиотека синоптика“, „Реки мира“, „В помощь наблюдателю“, которые призваны были не только знакомить читателей с нашей наукой, но и помогать в работе специалистам нижнего и среднего звена.

Большим событием в жизни издательства был выпуск в 1963 г. первого настольного научно-популярного календаря „Человек и стихия“. В дальнейшем он выпускался ежегодно в виде сборника популярных статей по гидрометеорологии, рассказов о природе, путешествиях, о животных тиражом 100 тыс. экз. Сборник быстро нашел своего читателя и приносил в течение 29 лет немалый коммерческий доход издательству. Наряду со сборником в 1960—1990 гг. выпускалось до 15 названий популярной литературы в год, причем наиболее доходными стали красочные издания, из которых наиболее известна серия „Мир дикой природы“.

Формирование значительного дохода позволило в 1972 г. перевести Гидрометеоиздат на новую систему планирования и экономического стимулирования и существенно расширить спектр научных публикаций, как в виде сборников трудов НИУ, так и в виде научных монографий.

Монографии являлись полностью собственными изданиями Гидрометеоиздата. Для наиболее квалифицированной экспертизы поступающих рукописей с точки зрения их научной новизны и практической значимости при издательстве был организован независимый Редакционный совет, состоящий из нескольких десятков ведущих ученых страны и директоров НИУ.

Увеличение номенклатуры и объемов научной литературы потребовало также организации специализированных редакций. В 1974 г. в издательстве было 7 редакций: метеорологическая, гидрологическая, океанологическая, сельскохозяйственной (впоследствии — прикладной) метеорологии, научно-популярной ли-



тературы, сборника „Человек и стихия”, редакция Московского отделения Гидрометеоиздата.

Необходимо отметить особую роль Московского отделения, на которое, помимо выпуска обычных изданий, была возложена задача непосредственного обслуживания центрального аппарата Гидрометслужбы и издание периодики Гидрометеоиздата. Последняя состояла из двух ежемесячных журналов — научно-технического „Метеорология и гидрология” и научно-популярного „Природа и человек”, освещавшего проблемы охраны окружающей среды. К редактированию журналов были привлечены ведущие ученые, занимавшие одновременно ключевые посты в руководстве Гидрометслужбы и ее важнейших подразделений. Главными редакторами „Метеорологии и гидрологии” последовательно были В. А. Бугаев, Е. И. Толстикова, Ю. С. Седунов, в настоящее время редколлективу журнала возглавляет академик Ю. А. Израэль. Успешной работе Московского отделения много способствовала деятельность его директора, опытного полиграфиста и издателя Алексея Ивановича Меренкова.

К концу 1970-х годов структура выпуска изданий претерпела существенные изменения. Прежде всего значительно увеличился удельный вес издания научной литературы. В год выпускалось 50 и более монографий, около 10 из них являлись переводными. Это были солидные книги: средний объем монографии составлял 17—20 листов, а тираж 1500—1800 экземпляров. Количество сборников трудов НИУ достигло 150 выпусков в год, причем крупные НИУ, такие как ААНИИ, ГГО, Гидрометцентр СССР, ГГИ, издавали 10—15 сборников за год.

Существенно изменился и характер режимно-справочной литературы. Продолжали выпускаться ежегодники и обзоры, являвшиеся как бы оперативным материалом для мониторинга окружающей среды. Вместе с тем большое внимание стало уделяться фундаментальным обобщающим справочникам, материалы которых могут лечь в основу разработки долгосрочных хозяйственных планов. В 1963—1976 гг. выпущено 126 томов справочника „Водные ресурсы СССР”, объем каждого из которых достигал 50 листов. Одновременно было закончено издание первого „Справочника по климату СССР” в 170 выпусках. Следует отметить также „Агроклиматические ресурсы областей, краев и

союзных республик” в 87 томах, „Атлас мирового водного баланса”, „Климатический атлас Азии”.

Годы с 1976 по 1989 справедливо можно назвать периодом расцвета Гидрометеоиздата. Руководила им в то время Юлия Владимировна Власова, опытный редактор, настоящий книжник и единственный директор издательства, имевший специальное гидрометеорологическое образование. Многие редакторы издательства имели два образования — гидрометеорологическое и филологическое и благодаря своей компетентности, истинной любви к книге и самоотверженной работе стали широко известны в мире ученых-гидрометеорологов. Среди первых помощников директора тех лет следует назвать главного редактора Тамиллу Гасановну Недошивину и заместителя директора по производству Юрия Николаевича Шаромова, на плечах которых лежало выполнение напряженных планов выпуска литературы, требующее зачастую нестандартных, творческих решений.

Финансовое положение издательства настолько упрочилось, что в 1988 г. стал возможен его перевод на работу в условиях полного хозрасчета и самофинансирования, что было очень своевременно.

В кратком очерке истории Гидрометеоиздата невозможно перечислить даже самые известные издания тех лет — их было много. Благодаря этому издательство завоевало большой авторитет внутри страны и за рубежом. Достаточно сказать, что в год публиковались произведения 1500 авторов, среди которых выделялись ведущие ученые не только отечественной, но и мировой науки: О. А. Алекин, В. В. Богородский, Л. М. Бреховских, В. А. Бугаев, М. И. Будыко, Ю. А. Израэль, К. Я. Кондратьев, В. М. Котляков, Г. И. Марчук, А. С. Монин, А. М. Обухов, А. Ф. Трешников, Е. К. Федоров и др.

Ряд авторов за книги, изданные в Гидрометеоиздате, отмечен Государственной премией: М. И. Будыко — за „Тепловой баланс земной поверхности”, А. А. Роде — за „Основы учения о почвенной влаге”, коллектив авторов — за „Атлас Антарктики”. Сами книги издательства неоднократно завоевывали премии на различных всесоюзных конкурсах.

Активно развивалась международная деятельность Гидрометеоиздата. С 1968 по 2003 г. выпускался на русском языке ежеквартальный „Бюллетень ВМО” по контрактам с этой организа-

цией. Выпускались издания для ЮНЕСКО и ЮНЕП, десятки книг издательства переведены на иностранные языки и напечатаны за рубежом.

Признанием заслуг Гидрометеоздата перед гидрометеорологической наукой явилось награждение издательства орденом „Знак почета” в день его 50-летия (1984 г.).

Политические и экономические преобразования в нашей стране за последние 15 лет, по сути дела — революционные, коренным образом изменили ситуацию в издательском деле. Появилось огромное число новых издающих организаций: в 1990 г. их насчитывалось около 10 000 против 300 в 1985 г. Гидрометеоздат лишился монопольных прав на выпуск профильной литературы. На рынок хлынул огромный поток книг, в которых научно-популярная литература (не только Гидрометеоздата, но и вообще как направление) потонула. Читательский спрос резко изменил свою ориентацию, и все научно-технические издательства, работавшие, как и Гидрометеоздат, на хозрасчете, поставлены были перед выбором: либо полностью переориентировать основной объем выпуска на литературу массового спроса, либо сохранить, хотя бы в сильно усеченном виде, присущую им специализацию, используя все возможные для этого средства.

Гидрометеоздат без колебаний пошел по второму пути. В целях сохранения издательства как подразделения Гидрометслужбы необходимо было найти новые источники финансирования выпуска производственно-технической и научной литературы. Среди них были коммерческие издания, свои и совместно с другими организациями, участие в целевых программах поддержки книгоиздания (Комитет по печати и средствам массовой информации РФ, Российский фонд фундаментальных исследований, некоммерческий центр „Интеграция” и др.), работа с зарубежными партнерами по заключению новых контрактов (ВМО, ЮНЕСКО, ЮНЕП, АМАП), расширение договорных работ с привлечением средств НИУ, УГМС и отдельных авторов. Для организации розничной торговли книгами (магазины не берут нашу литературу) и доставки их потребителям системы Гидрометслужбы издательство наладило тесные договорные отношения с частными книготорговыми фирмами.

В связи со значительным уменьшением объема выпускаемой литературы пришлось принять решение о жесткой экономии

средств: в начале 1994 г. было закрыто Московское отделение издательства, редакция журнала выделена в самостоятельное подразделение Гидрометслужбы, в Санкт-Петербурге проведены сокращения штатного состава, в несколько раз уменьшены занимаемые издательством площади, ликвидированы складские помещения и т. п.

Решающий шаг в направлении сохранения Гидрометеоиздата и поддержки выпуска журнала „Метеорология и гидрология” был сделан в 1994 г., когда руководство Росгидромета приняло решение о целевом финансировании выпуска производственно-технической литературы, трудов НИУ и журнала. Это решение благотворно сказалось на показателях выпуска. Так, в 1999 г. они выросли в 2—3 раза по сравнению с показателями периода кризиса.

Впереди еще большая работа по наращиванию объемов и темпов издания научной и производственной литературы, освоению новых носителей информации и приемов издания с целью полного удовлетворения потребностей Службы. Но уже сейчас можно констатировать, что Росгидромет сохранил свою издательскую базу и ее квалифицированные кадры. Выпускаемой литературы пока еще недостаточно по количеству, но по своей номенклатуре она уже охватывает все направления деятельности Гидрометслужбы.

## МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

Глобальный характер атмосферных процессов, механизм их взаимодействия с окружающей природной средой и сложнейшая пространственно-временная изменчивость, по существу, и определяют погодно-климатические условия различных регионов земного шара, режимы поверхностных и подземных вод суши и Мирового океана. Масштабность этих процессов, не зависящих от государственных границ, требует самого тесного международного сотрудничества всех гидрометеорологических/метеорологических служб (ГМС/МС) мира в создании унифицированных и интегрированных на международном уровне систем наблюдений, сбора, обработки гидрометеорологических данных и данных о состоянии и загрязнении природной среды, а также взаимного обмена этими данными.

Потребность в широком и тесном международном сотрудничестве обусловлена также специфическим комплексным характером организации работ в области гидрометеорологии и смежных с ней областей на национальных уровнях, их научно-методическим и технологическим сопровождением, позволяющим ГМС/МС любой страны получать достоверные и взаимосопоставимые данные о состоянии природной среды в глобальном, региональном и национальном масштабах.

Эти обстоятельства делают международное сотрудничество неотъемлемой частью деятельности всех национальных ГМС/МС, направленной на обеспечение потребности своих стран в данных и информации о фактических и прогнозируемых погодно-климатических условиях, возникновении, развитии и распространении опасных явлений и процессов.

Такое сотрудничество позволяет странам во много раз увеличивать объем исходной гидрометеорологической информации и данных о состоянии и загрязнении природной среды, необходимых для оперативно-прогностической и научно-исследовательской деятельности, прежде всего, в целях заблаговременного предсказания и предупреждений об опасных явлениях и снижении ущерба от них и других неблагоприятных погодно-климатических условий.

Процесс становления и развития международного сотрудничества Гидрометслужбы СССР в середине и второй половине XX в. носил длительный, осмысленный и целенаправленный характер. В историческом плане этот процесс наиболее показателен при его поэтапном рассмотрении с учетом наиболее значимых международных событий, оказывающих существенное влияние на ход и динамику его развития.

Таким исходным историческим событием для рассматриваемого периода является окончание Второй мировой войны, нанесшей катастрофический непоправимый ущерб человечеству и практически прервавшей на длительное время деятельность Международной метеорологической организации (ММО). Она была образована еще в 1873 г., когда перед мировым сообществом встала острая необходимость создания такой организации, в основе которой лежала бы идея широкого развития международного сотрудничества различных государств в области гидрометеорологии путем координации и унификации национальных систем наблюдений за состоянием погоды в различных регионах земного шара и организации международного обмена материалами этих наблюдений.

Достижению этих целей всемерно способствовал начавшийся в середине прошлого столетия активный процесс развития тесного взаимовыгодного сотрудничества национальных ГМС/МС в рамках как многосторонних и двухсторонних соглашений, конвенций, контрактов, протоколов, так и международных организаций, к числу которых в первую очередь следует отнести ММО.

Сразу же после окончания войны, в феврале 1946 г., в Лондоне прошла чрезвычайная конференция директоров национальных МС с участием представителей 46 стран, которая приняла решение незамедлительно возобновить работу ММО и приступить к подготовке специальной международной конференции в целях придания на ней межправительственного статуса ММО.

В работе конференции приняла активное участие делегация СССР, возглавляемая начальником Гидрометслужбы Красной Армии генерал-лейтенантом Е. К. Федоровым. Он, глубоко понимая исключительно важную роль ММО в развитии международного сотрудничества в области гидрометеорологии, внес огромный вклад в ее возрождение, укрепление и преобразование во

Всемирную метеорологическую организацию (ВМО) системы ООН.

23 марта 1950 г. (впоследствии эта дата объявлена и ежегодно отмечается мировым сообществом как Всемирный день метеоролога) создание ВМО было завершено, и вскоре СССР, УССР и БССР стали ее членами.

Гидрометслужба СССР заняла активные позиции по всем направлениям формирования ВМО, ее структуры, включая создание шести региональных ассоциаций (в состав двух из них — Азиатской-РА-II и Европейской-РА-VI — вошел СССР, а в состав РА-VI вошли также УССР и БССР) и восьми специализированных технических комиссий: по основным системам (все элементы Всемирной службы погоды (ВСП)), по приборам и методам наблюдений, по атмосферным наукам, по гидрологии, по климатологии, по авиационной, сельскохозяйственной и морской метеорологии (СССР, УССР и БССР входили в состав всех технических комиссий и большинства рабочих групп, образуемых в рамках этих комиссий). Советские специалисты принимали самое активное участие на всех этапах разработки, формирования и практической реализации основных направлений научно-технических программ и соответствующих сфер деятельности ВМО, в том числе в создании ее базовой программы — ВСП, включающей глобальные системы наблюдений (ГСН), обработки данных (ГСОД) и телесвязи (ГСТ). Практически во все образуемые тогда структуры ВМО входили представители СССР, занимая в них руководящие посты.

Всемирная метеорологическая организация, по существу, стала ядром и основой развития международного сотрудничества в области гидрометеорологии во второй половине XX в., осуществляемого на базе кооперации и объединения усилий практически всех стран в создании с помощью новейших достижений науки и техники единой интегрированной на международном уровне системы получения, сбора, обработки и обмена погодо-климатической и другими видами информации о состоянии природной среды, в организации и реализации совместных крупномасштабных программ, проектов, экспериментов и работ по исследованию погодообразующих факторов и процессов глобального и региональных масштабов, которые требуют объединения усилий всех или большинства стран мира. Эти обстоятельства, по

существо, и определяют поистине уникальный характер ВМО, успешно осуществляющей такие крупные международные программы, как ВСП, Всемирная климатическая программа (ВКП), программы по научным исследованиям в области различных видов прогнозов погоды, физики облаков и активных воздействий на погоду, загрязнения природной среды, программы по оперативной гидрологии и водным ресурсам, авиационной, морской и сельскохозяйственной метеорологии и т. д.

В этом плане наиболее показательна концентрация деятельности ВМО в 1960-х годах, направленная на формирование идеи, разработку концепции и построение системы ВСП, одним из основателей которой являлся широко известный советский ученый, директор мирового метеорологического центра Москва, член-корреспондент АН Узбекской ССР В. А. Бугаев. Всемирная служба погоды — уникальное, исключительно эффективное достижение международного сотрудничества, основанное на объединении усилий всех стран—членов ВМО в создании и обеспечении функционирования единой глобальной системы сбора, обработки, анализа и свободного бесплатного распространения среди всех стран мира погодно-климатической и других видов информации о состоянии природной среды. Ни в одной другой сфере человеческой деятельности никогда не существовало такой глобальной оперативной системы, результаты работы которой являются достоянием всех стран мира. Это позволяет ГМС любой страны получать необходимую фактическую и прогностическую гидрометеорологическую и иную информацию глобального, регионального и национального масштабов и использовать ее в интересах гидрометеорологического обеспечения различных отраслей экономики, хозяйственной деятельности и населения с учетом национальных особенностей страны.

Ускорение научно-технического прогресса и внедрение в систему ВСП компьютеров, привлечение информации со спутников, кораблей погоды, специальных ракет, дрейфующих баллонов в атмосфере и автоматических буев в океане позволили на качественно новой основе развить глобальную систему наблюдений за состоянием атмосферы и океана и тем самым открыть дополнительные возможности совершенствования и повышения качества методов прогноза погоды. Это, в свою очередь, поставило перед национальными ГМС и ВМО в целом ряд новых задач, требую-



щих организации и проведения крупномасштабных научных исследований и экспериментов на базе широкого международного сотрудничества, поскольку решение их силами одной или нескольких стран просто немыслимо. Поэтому ВМО совместно с другими международными организациями при активном участии большинства стран мира, среди которых СССР играл одну из ведущих ролей, развернула и осуществила в 1970-е годы Программу исследования глобальных атмосферных процессов (ПИГАП). В рамках этой программы проводилась серия натурных экспериментов: Атлантический тропический, Индийский муссонный и Первый глобальный метеорологический. Активное участие ученых и специалистов СССР (Е. К. Федорова, Ю. А. Израэля, Г. И. Марчука, К. Я. Кондратьева, Г. С. Голицына, В. А. Бугаева, Е. П. Борисенкова, В. П. Мелешко, М. А. Петросянца, Ю. В. Тарбеева и многих других) в реализации программы позволило получить уникальный фактический материал (банки данных), характеризующий состояние и динамику глобальных атмосферных процессов, их взаимодействие с океаном; существенно расширить представление о процессах, происходящих в атмосфере, и о возможности их предсказания на основе развития гидродинамических моделей общей циркуляции атмосферы и численных методов прогноза погоды. Результаты, полученные в рамках ПИГАП и ставшие достоянием всего мирового сообщества, позволили в конечном счете существенно повысить оправдываемость прогнозов погоды различной заблаговременности и тем самым повысить качество и эффективность гидрометеорологического обслуживания различных сфер человеческой деятельности на национальных уровнях.

Конец 1970-х годов характеризуется активным развитием деятельности по актуальным проблемам глобального климата, его изменений и повышения эффективности использования климатических данных в прикладных целях. В 1979 г. ВМО по инициативе ряда стран, в первую очередь СССР, провела совместно с другими международными организациями Первую всемирную климатическую конференцию, в работе которой участвовало около двух десятков ведущих ученых СССР. В этом же году ВМО совместно с Международным советом научных союзов (МСНС) учредила долговременную комплексную ВКП, состоящую из четырех крупных блоков: климатические данные, применение зна-

ний о климате, исследование климата и изучение влияния климата и его изменений на различные сферы человеческой деятельности. Советский Союз являлся одним из самых активных участников всех блоков программы.

Интенсивное развитие работ в рамках ВКП как на международном, так и на национальных уровнях уже в середине 1980-х годов выдвинуло ряд острейших проблем, связанных с антропогенными эффектами изменения климата, что, в свою очередь, вызывало глубокую озабоченность мирового сообщества, научных, общественных и политических кругов и потребовало принятия дополнительных срочных мер для решения этих проблем. Ученые и специалисты СССР, в первую очередь Госкомгидромета (Ю. А. Израэль, М. И. Будыко, В. Г. Болдырев, Н. Н. Аксарин, В. П. Мелешко, И. М. Назаров и многие другие), активизировали деятельность в данном направлении. Вопросы изменения климата становятся предметом острых дискуссий на многих крупных международных форумах, Генеральной Ассамблее ООН, заседаниях различных международных организаций. В соответствии со специальной резолюцией Генеральной Ассамблеи ООН, ВМО совместно с ЮНЕП в июне 1988 г. приняла решение экстренно создать межправительственную группу экспертов по изменению климата, поручив ей проанализировать состояние проблемы, подготовить и представить к концу 1990 г. на Генеральной Ассамблее ООН отчет, содержащий оценку возможных изменений климата, их последствий и рекомендации по стратегии реагирования на ожидаемые изменения. От Советского Союза в состав группы экспертов вошел Председатель Госкомгидромета СССР, член-корреспондент АН СССР Ю. А. Израэль. Ученые и специалисты Госкомгидромета СССР были широко представлены в специально создаваемых группой экспертов рабочих органах для рассмотрения конкретных проблем и подготовки по ним соответствующих проектов решений и рекомендаций. Результатом многоплановой работы группы экспертов явилось вынесение Генеральной Ассамблеей ООН решения о разработке и принятии Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК), которая вступила в силу в 1992 г.

Госкомгидромет СССР активно участвовал в решении многих глобальных и региональных проблем, связанных с оценками состояния загрязнения природной среды, организацией специаль-

ных систем наблюдения, широко используя свои технические возможности для этих целей (станции, центры, каналы связи, процедуры и т. д.). Так, обладая накопленными данными организованной еще в конце 1950-х годов Глобальной системы наблюдений за озоном ВМО, советские ученые и специалисты (Ю. С. Седунов, В. М. Захаров, А. А. Черников, В. У. Хаттатов) принимали активное участие в подготовке первого заявления об изменении озонового слоя в результате деятельности человека, которое выходит в 1975 г. в качестве базовой оценки состояния этой проблемы и в дальнейшем приводит к разработке и принятию Венской конвенции по охране озонового слоя (1985 г.) и Монреальского протокола по веществам, разрушающим озоновый слой (1987 г.).

С середины 1960-х годов Гидрометслужба СССР активно участвовала в создании ВМО сети станций мониторинга фоновое загрязнения воздуха (БАПМОН) для получения информации об изменении химического состава атмосферы. Данные этой сети являются основой информационного банка Глобальной системы мониторинга окружающей среды. В конце 1970-х годов Гидрометслужба начала осуществление совместной программы ВМО, Европейской экономической комиссии (ЕЭК) и ЮНЕП по мониторингу и оценке переноса загрязняющих воздух веществ на дальние расстояния в Европе (ЕМЕП). В дальнейшем на основе данных этой программы разрабатывается и в 1983 г. вступает в силу Конвенция по трансграничному переносу на дальние расстояния загрязняющих воздух веществ. Госкомгидромет СССР являлся одним из основных участников разработки этой конвенции, а впоследствии в соответствии с решением Правительства СССР и головным координирующим ведомством страны по выполнению его обязательств, вытекающих из конвенции.

В связи с событиями в Чернобыле, а также рядом крупных промышленных аварий, включая аварии на АЭС в других странах, встала проблема необходимости раннего оповещения стран о возможном распространении на их территории опасных загрязнений, и в первую очередь радиоактивных, со стороны соседних государств. Госкомгидромет СССР уже в июне 1986 г. активно включается в рамках ВМО и Международного агентства по атомной энергетике (МАГАТЭ) в разработку соответствующих мер, связанных с повышением безопасности в ядерной энергетике, пу-

тем создания глобальной системы раннего оповещения на случай аварийных ситуаций с использованием для этих целей действующих структур ВСП. Срочно были разработаны международные процедуры скоординированных действий национальных ГМС в рамках ГСТ ВСП. Вскоре для этих целей создается система специализированных центров во всех регионах планеты, разрабатываются расчетные модели, коды, порядок и регламент их работы. Один из таких центров создается на базе НПО „Тайфун” Госкомгидромета СССР (г. Обнинск).

Продолжая развивать и наращивать свою деятельность в решении многих глобальных и региональных экологических проблем, Госкомгидромет СССР в 1989 г. активно включается в создание и функционирование Глобальной службы атмосферы, одной из основных задач которой является раннее оповещение о происходящих изменениях концентрации газов в атмосфере, вызывающих парниковый эффект, об изменениях в озоновом слое, переносе загрязняющих веществ на дальние расстояния, включая оценку кислотности и токсичности атмосферных осадков и т. д.

Располагая исключительными возможностями для широкого развития деятельности, связанной с предупреждениями негативных последствий опасных гидрометеорологических явлений (ураганов, смерчей, гроз, катастрофических засух и ливней, снегопадов и градобитий, наводнений, селей и схода снежных лавин, нагонных и сгонных явлений на морях, в устьях рек и т. д.), ГМС большинства стран мира, включая СССР, сразу же после принятия Генеральной Ассамблеей ООН в декабре 1987 г. решения об активизации международного сотрудничества по оповещению о возможных природных катастрофах и содействию в ликвидации их последствий и провозглашения 1990-х годов Международным десятилетием по уменьшению опасности стихийных бедствий (МДУОСБ) активно включились в разработку конкретных предложений по созданию международных и национальных механизмов раннего оповещения о стихийных бедствиях. Для реализации указанных решений Генеральной Ассамблеи ООН Совет Министров СССР образует специальный межведомственный комитет во главе с Ю. А. Израэлем — Председателем Госкомгидромета СССР — и возлагает на Госкомгидромет СССР функции головного координирующего ведомства по обеспечению

участия Советского Союза в планах и программах МДУОСБ. Ю. А. Израэль входит также в состав международного научно-технического комитета по МДУОСБ, а М. Ч. Залиханов — в состав специального международного совета высокого уровня по МДУОСБ.

Практическая реализация вышеуказанных видов деятельности на международном уровне и участие в них национальных ГМС во многом предопределили в рассматриваемый период основные пути и направления международного сотрудничества Госкомгидромета СССР в рамках ВМО, иных международных организаций, конвенций, многосторонних и двусторонних соглашений. При этом следует отметить, что на характер международного сотрудничества в это время существенное влияние также оказывала интенсификация промышленного производства в мировом масштабе, сопровождаемая значительным увеличением выбросов промышленных и бытовых отходов в окружающую природную среду, наносящих ей непоправимый ущерб.

Озабоченность мирового сообщества этим негативным обстоятельством незамедлительно проявилась во всех сферах и направлениях международного сотрудничества, в котором национальным ГМС/МС отводилась особая роль в силу специфики их деятельности, связанной с созданием и обеспечением функционирования систем комплексных наблюдений за состоянием природной среды как на национальном, так и на международном уровне. Появилась острая необходимость в международном обмене опытом, знаниями и методологиями получения, обработки и использования новых видов информации — параметров состояния и загрязнения природной среды.

В этой связи в международной деятельности Гидрометслужбы СССР получает значительное развитие новое направление — мониторинг состояния загрязнения окружающей среды, поскольку именно международное научно-техническое сотрудничество является одним из наиболее эффективных способов решения этой проблемы путем обмена опытом внедрения в практику передовых технологий получения и обработки первичных (исходных) видов информации, данных и продукции о состоянии и загрязнении природной среды. И здесь еще раз следует подчеркнуть исключительную роль академика Е. К. Федорова, вновь возглавившего в начале 1960-х годов ГУГМС при Совете Минис-

тров СССР, в развитии и углублении в это время международного сотрудничества Гидрометслужбы в области гидрометеорологии и смежных с ней областей, включая и актуальные аспекты проблемы охраны природной среды.

На общем фоне активизации и развития международного сотрудничества в целом Гидрометслужба СССР всегда стремилась к всемерному расширению и углублению международной солидарности в области гидрометеорологической деятельности, отличалась готовностью оказать профессиональную научно-методическую и техническую помощь ГМС развивающихся стран. В то же время основной целью международного сотрудничества Гидрометслужбы СССР всегда оставалось повышение эффективности гидрометеорологического обслуживания национальной экономики, населения и результативности собственных научно-исследовательских разработок.

В этой связи одним из главных стимулов развития и углубления международного сотрудничества в 1960-х годах на национальном уровне явилось создание и развитие в СССР Государственной системы наблюдений и контроля за состоянием природной среды (ГСКП). Высокий технический уровень ГСКП позволял использовать информацию различных национальных ведомств, а также зарубежную информацию, поступающую через ГСТ ВСП.

Международное многостороннее и двустороннее научно-техническое сотрудничество Гидрометслужбы СССР в различные исторические периоды второй половины XX в., вне зависимости от их политической окраски, в конечном счете ориентировалось на достижение конечных национальных целей, которые одновременно отвечали и интересам мирового сообщества.

В рассматриваемый период времени для Гидрометслужбы СССР было весьма актуальным развитие международного сотрудничества в области применения средств ракетно-космической техники в оперативных системах наблюдений за состоянием природной среды и процессами, происходящими в ней. Сотрудничество осуществлялось как по линии создания специализированных международных органов, так и в рамках двусторонних соглашений.

Наиболее активно оно начинает развиваться после завершения Международного геофизического года (1957/1958) и созда-

ния в рамках МСНС международного Комитета по исследованию космического пространства (КАСПАР), получившего в 1961 г. консультативный статус Комитета ООН по космосу. Основная его задача — содействие развитию различных научных исследований в международном масштабе, осуществляемых с помощью ракет, спутников и иных космических средств.

В середине 1970-х годов по инициативе ВМО и Европейской организации по эксплуатации метеорологических спутников (ЕВМЕТСАТ) создается Координационная группа по метеорологическим спутникам. Членами этой группы становятся ряд международных организаций, метеорологические и космические агентства многих стран, включая и Гидрометслужбу СССР, специалисты которой к этому времени активно участвовали в работах КАСПАР, группы экспертов Исполнительного совета ВМО по метеорологическим спутникам, ЕВМЕТСАТ и Совета „Интеркосмос”, образованного в рамках сотрудничества социалистических стран.

Наряду с деятельностью в рамках вышеуказанных международных структур, Гидрометслужбой СССР проводились также совместные работы с отдельными странами на основе соответствующих договоренностей. В частности, с ГДР и ВНР — в области развития методов обработки, интерпретации и использования данных дистанционного зондирования Земли; с Францией (КНЕС) — в области использования лидаров, устанавливаемых на советской орбитальной станции „Мир” в целях зондирования атмосферы и ионосферы (проект „Алиса”), а также оценки радиационного баланса Земли с помощью специального оборудования, устанавливаемого на советских космических аппаратах типа „Метеор” (проект „Радиационный баланс”).

Большой вклад в сотрудничество по этому направлению внесли: Л. А. Александров, В. Ф. Харитонов, А. В. Карпов, В. Л. Ферберов, И. П. Ветлов, С. И. Авдюшин, А. А. Черников, В. В. Асмус, В. У. Хатгатов, Г. Ф. Тулинов, А. И. Бурцев, А. Б. Успенский, П. М. Свидский, Г. А. Кокин, Л. А. Пахомов.

В международной деятельности Гидрометслужба СССР постоянно придерживалась курса на совершенствование форм и методов научно-технического сотрудничества, повышение его эффективности, расширение взаимовыгодных двусторонних связей с ГМС социалистических, развивающихся и капиталистических

стран, а также многостороннего сотрудничества в рамках программ и проектов международных организаций и активного участия в них СССР.

Этот процесс хорошо прослеживается на примере формирования Всемирной системы зональных прогнозов (ВСЗП). Сотрудничество Гидрометслужбы СССР в этом направлении осуществлялось с Международной организацией гражданской авиации (ИКАО) во взаимодействии с ВМО в рамках деятельности Консультативной группы по метеорологии (МЕТАГ) при Европейском региональном бюро ИКАО. Главным объектом сотрудничества был переход к заключительному этапу формирования ВСЗП.

В результате участия в работе МЕТАГ был создан Региональный центр зональных прогнозов (РЦЗП) Москва, соединенный прямым симплексным каналом ГСТ ВМО с Всемирным центром зональных прогнозов Лондон, и приведены в соответствие с требованиями ВМО/ИКАО содержание и формат прогностических карт, выпускаемых РЦЗП Москва. Особое внимание уделялось расширению номенклатуры прогностической продукции и снабжению ею пользователей в закрепленной за РЦЗП Москва зоне ответственности.

Специалисты Гидрометслужбы СССР (В. М. Косенко, В. А. Иванов, Ю. В. Варагушин, М. В. Петрова, Н. В. Петренко, И. Г. Пчелко, А. В. Бродский) активно участвуют в совершенствовании документов ИКАО, регламентирующих метеорологическое обеспечение гражданской авиации. В результате сотрудничества с Европейским региональным бюро ИКАО при подготовке к изданию нового Наставления по метеорологическому обеспечению гражданской авиации (НМО ГА) в него был включен ряд стандартов и рекомендаций ИКАО, что позволило приблизить процедуры метеорологического обеспечения полетов, применяемые в СССР, к международным стандартам.

Этот процесс находился под пристальным вниманием Секции авиационной метеорологии Аэронавигационного комитета СССР по делам ИКАО (головное ведомство — Госкомгидромет СССР). Секция рассматривала вопросы внедрения в практику метеорологического обеспечения полетов международных стандартов, а также предложения по изменению этих стандартов с учетом национальной практики.



Руководствуясь рекомендациями ИКАО, Гидрометслужба СССР подготавливает и направляет в Министерство гражданской авиации (МГА) СССР предложения по развитию широкополосных передач метеорологической информации воздушным судам, находящимся в полете (ВОЛМЕТ). Экипажи воздушных судов Аэрофлота, выполняющие полеты по международным трассам, с 1 сентября 1986 г., при содействии МГА СССР, приступают к регулярным метеорологическим наблюдениям.

Рекомендации ВМО/ИКАО по автоматизации наблюдений, стандартизации методов обработки и передачи информации, а также разработке автоматизированных систем учитываются в работе секции № 9 Постоянной комиссии радиоэлектронной промышленности стран—членов СЭВ по комплексной автоматизации подсистем обработки и представления радиолокационной, спутниковой и наземной метеорологической информации на аэродромах.

В плане реализации решений ВМО/ИКАО по созданию ВСЗП в аэропортах Внуково, Домодедово, Шереметьево-1 и Шереметьево-2 устанавливается и вводится в эксплуатацию аппаратура для приема информации ВЦЗП Лондон через спутниковую систему SADIS.

Во второй половине XX в. Гидрометслужбой СССР в отдельные годы заключалось до пяти соглашений с зарубежными партнерами о сотрудничестве в рамках своей компетенции. В итоге международное сотрудничество на постоянной основе стало осуществляться по линии более чем 20 международных организаций и конвенций, в рамках более 40 двусторонних соглашений.

Гидрометслужба СССР активно участвует в деятельности ВМО, Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), КАСПАР, ИКАО, МАГАТЭ, Межправительственной океанографической комиссии (МОК) и Международной гидрологической программы (МГП) ЮНЕСКО, ЕЭК ООН, МСНС и его многочисленных структурах, в осуществлении Программы ООН по окружающей среде, Программы развития ООН, в выполнении Венской конвенции по охране озонового слоя, Конвенции по трансграничному переносу на дальние расстояния загрязняющих воздух веществ, Конвенции по предотвращению загрязнения морей сбросами отходов и других материалов (Damping), Хельсинкской конвенции по защите морской среды Балтийского моря, Рамочной конвенции ООН об изменении климата и многих других.

Особое место в международной деятельности Гидрометслужбы СССР в это время занимало сотрудничество с национальными ГМС и другими ведомствами социалистических стран. Оно весьма динамично развивалось, носило исключительный, крупномасштабный, многоплановый и взаимовыгодный характер и охватывало практически все стороны гидрометеорологической деятельности и контроля состояния природной среды. Сотрудничество осуществлялось в рамках структурных органов Совета экономической взаимопомощи (СЭВ) — Координационного центра СЭВ по проблеме „Глобальная система мониторинга окружающей среды” (ГСМОС), Координационного центра СЭВ по проблеме „Метеорологические аспекты загрязнения атмосферы”, Координационного центра СЭВ по проблеме „Мировой океан”, Совета „Интеркосмос”, а также Конференции руководителей ГМС/МС, Комиссии академий наук по комплексной проблеме „Планетарные геофизические исследования”, Совещания руководителей водохозяйственных организаций, Совещания представителей национальных комитетов социалистических стран Европы по Международной гидрологической программе. При этом особого внимания благодаря своим масштабам, разноплановости, практической значимости и актуальности решаемых научно-технических и технологических задач в области гидрометеорологии заслуживает сотрудничество в рамках Конференции руководителей ГМС/МС социалистических стран. Оно, по решению правительств социалистических стран, стало осуществляться с 1955 г. Конференция руководителей ГМС/МС была органом, координирующим совместную деятельность по наиболее важным научным и прикладным направлениям гидрометеорологии и контроля (мониторинга) состояния и загрязнения природной среды.

Такая организационная форма сотрудничества ГМС/МС социалистических стран была обусловлена потребностями в выработке единых, всеми приемлемых подходов к решению проблем сбора, обработки, хранения, распространения и научно-прикладного использования гидрометеорологических данных, прогнозирования изменчивости погодных и климатических характеристик, а также взаимопомощи при решении этих проблем.

В реализации этого вида сотрудничества участвовали все страны социалистической ориентации: НРБ, ВНР, СРВ, ГДР,

Куба, КНДР, МНР, ПНР, Румыния и ЧССР, руководители ГМС которых входили в состав официальных участников конференции, регулярно проводившей свои заседания через каждые 2 года последовательно в этих странах. Всего состоялось 18 таких заседаний, на которых, как правило, рассматривался широкий круг вопросов, по ним принимались конкретные решения и строго контролировалось их выполнение. В работе конференций иногда принимали участие и руководители ГМС СФРЮ.

Наряду с многосторонними формами организации работ в рамках вышеуказанных структур социалистических стран, с каждой из них были заключены и двусторонние соглашения межправительственного и межведомственного уровней с учетом их конкретных интересов, возможностей и национальных особенностей. Так, на территориях НРБ, ГДР и МНР были созданы совместные полигоны ракетного зондирования атмосферы, на Кубе и в СРВ образованы совместные научные лаборатории и организованы полигоны широкомасштабных натуральных исследований природы тропических циклонов и ураганов.

В силу широкого и многопланового характера сотрудничества с социалистическими странами (практически по всем направлениям деятельности национальных ГМС) в его реализации принимали участие сотни специалистов Гидрометслужбы СССР, внесших значительный вклад в его организацию, развитие и осуществление. К числу наиболее активных его участников следует отнести Е. К. Федорова, Ю. А. Израэля, С. С. Ходкина, Ю. С. Седунова, В. М. Захарова, Ю. С. Цатурова, Н. К. Гасилину, А. А. Шевцовца, З. И. Мокроусову, Ф. Я. Ровинского, М. Е. Берлянда, Ю. А. Хабарова, И. А. Равдина, Г. М. Вайсмана, Л. Е. Безрука, С. К. Черкавского, Г. Г. Сивопляса, В. Н. Страшного, И. Г. Грингофа, А. Д. Клещенко, Е. С. Уланову, Л. А. Александрова, С. И. Авдюшина, А. А. Черникова, В. К. Бабарыкина, Г. А. Кокина.

Особое место в международном сотрудничестве Гидрометслужбы СССР занимали также работы по обеспечению участия СССР в Договоре об Антарктике (1959 г.), включая Протокол по охране окружающей среды к этому договору. Начиная с конца 1950-х годов Гидрометслужба, обеспечивая функции головного ведомства страны, силами постоянно действующей Советской антарктической экспедиции проводила совместно с заинтересован-

ными организациями других ведомств широкий комплекс научно-исследовательских и иных работ в Антарктике. Организация и проведение этих работ в основном обеспечивались ААНИИ, входящим в систему Гидрометслужбы страны и являющимся одним из авторитетнейших институтов мира в области полярных исследований. В процессе реализации комплексных ежегодных антарктических экспедиций СССР на Антарктическом континенте было организовано и обеспечено функционирование более 15 постоянно и сезонно действующих станций, баз и полигонов с программами метеорологических, климатических, гелиофизических, геологических и иных видов многоплановых работ и исследований. Все эти виды работ и исследований тесным образом скоординированы на международном уровне с аналогичными программами и проектами более чем 25 стран — активных участников деятельности в Антарктике. Органом, координирующим на международном уровне все виды деятельности в Антарктике, является Консультативное совещание сторон Договора об Антарктике (КСДА), в работе которого СССР традиционно занимал самые активные позиции. Советский Союз последовательно и конструктивно проводил линию по выработке таких основополагающих международных нормативно-правовых актов, регламентирующих деятельность в Антарктике, которые не противоречили бы национальным интересам стран—участников Договора об Антарктике с учетом особого геополитического статуса Антарктического континента. Хотелось бы особенно отметить огромный личный вклад ведущих специалистов-полярников Госкомгидромета СССР в развитие и реализацию широкомасштабного сотрудничества в Антарктике: Е. К. Федорова, М. М. Сомова, Е. И. Толстикова, А. Ф. Трешникова, А. Н. Чилингарова, Ю. В. Тарбеева, Б. А. Крутских, Е. С. Короткевича, Н. А. Корнилова, Н. И. Тябина.

Основой широкомасштабного и успешного международного сотрудничества Гидрометслужбы СССР на всех этапах его исторического развития были приверженность основным принципам международной солидарности, заложенной в Конвенции ВМО, и высокий научно-технический потенциал, признанный мировым метеорологическим сообществом. В различных планах и программах международного сотрудничества активно участвовали большинство научно-исследовательских и оперативно-произво-

дственных структур Гидрометслужбы. Десять из них в разное время получили в рамках ВМО и других международных органов статусы мировых и региональных центров. Гидрометцентр СССР совместно с Главным вычислительным центром (ГВЦ) и Главным радиометцентром (ГРМЦ) выполняет функции мирового и регионального (Европа) метеорологических центров ВСП, ВНИИГМИ—МЦД выполняет функции Мирового центра данных Б, ЦАО — Международного центра по оперативному анализу состояния озонового слоя, ИПГ — Евразийского регионального центра предупреждений гелиогеофизических явлений, ГГО — Мирового радиационного центра и Мирового центра по атмосферному электричеству, ААНИИ — Мирового центра данных по морскому льду, ГРМЦ — Регионального узла телесвязи ВСП ВМО, Дальневосточное и Западно-Сибирское УГМС — Хабаровского и Новосибирского региональных специализированных метеорологических центров ВСП ВМО. Более 500 ученых и специалистов Госкомгидромета СССР входили в состав различных конституционных и рабочих органов международных организаций, конвенций, многосторонних и двусторонних соглашений, занимая во многих из них руководящие посты. В частности, Е. К. Федоров и Ю. А. Израэль многократно избирались вице-президентами ВМО, В. А. Урываев был избран первым президентом Комиссии ВМО по гидрологии (в 1970-х годах этот пост занимал Е. Г. Попов), Н. Г. Леонов — президентом Комиссии ВМО по синоптической метеорологии, А. А. Васильев — президентом Комиссии ВМО по основным системам, К. П. Васильев — президентом Комиссии ВМО по морской метеорологии и т. д.

Следует также отметить большой личный вклад многих ведущих специалистов Гидрометслужбы СССР в развитие, совершенствование и повышение эффективности международного сотрудничества, осуществляемого на разных этапах в рамках многочисленных международных организаций, особенно ВМО, ее конституционных и рабочих органов. Так, в сфере деятельности Комиссии ВМО по основным системам — это В. А. Бугаев, А. А. Васильев, Ю. А. Хабаров, И. А. Равдин, И. Р. Гамаюнов, О. А. Городецкий, Л. Е. Безрук, В. М. Борисенко, В. А. Анцыпович, Н. Ф. Вельтищев; Комиссии ВМО по климатологии — С. К. Черкавский, М. И. Будыко, В. П. Мелешко, Е. П. Борисенков, Н. Н. Аксарин, Г. В. Груза, Н. В. Кобышева, И. Л. Кароль; Ко-

миссии ВМО по гидрологии — В. И. Корзун, В. А. Урываев, С. К. Черкавский, Е. Г. Попов, А. А. Соколов, И. А. Шиклома-нов, П. М. Лурье, З. Д. Копалиани, В. А. Семенов; Комиссии ВМО по сельскохозяйственной метеорологии — С. К. Черкавский, Е. С. Уланова, И. Г. Грингоф, В. Н. Страшный, А. Д. Кле-щенко, О. Д. Сиротенко; Комиссии ВМО по авиационной метеорологии — В. М. Косенко, В. А. Иванов, Ю. В. Варагушин, М. В. Петрова, Н. В. Петренко, И. Г. Пчелко, А. В. Бродский; Комиссии ВМО по морской метеорологии — Ю. В. Тарбеев, С. С. Ходкин, К. П. Васильев, Ф. С. Терзиев, В. А. Мартыщенко, К. П. Рыжков; Комиссии ВМО по атмосферным наукам, включая вопросы загрязнения природной среды и активных воздействий на погоду — Ю. С. Седунов, В. М. Захаров, И. М. Назаров, Н. К. Гасилина, А. А. Черников, И. И. Бурцев; Комиссии ВМО по приборам и методам наблюдений — Б. Г. Рождественский, В. П. Тесленко, К. Н. Мануйлов, А. А. Фокин, В. К. Бабарыкин, А. А. Иванов.

Согласно правилам и процедурам ВМО, любые предложения, проекты резолюций и рекомендаций, разрабатываемые в рамках технических комиссий и других ее конституционных и рабочих органов, должны быть в обязательном порядке рассмотрены, одобрены и приняты Исполнительным советом ВМО для их дальнейшей реализации. Поэтому для СССР крайне важно было иметь в составе этих органов своих представителей и занимать в них активные позиции, добиваясь принятия соответствующих решений, отвечающих или не противоречащих интересам нашей страны. Эта задача с момента образования ВМО решалась весьма успешно, все руководители Гидрометслужбы СССР (сначала ГУГМС при Совете Министров СССР, а затем Госкомгидромета СССР) — В. В. Шулейкин, А. А. Золотухин, Е. К. Федоров, Ю. А. Израэль — входили в состав Исполнительного совета ВМО. Более того, Е. К. Федоров с 1964 по 1971 г., а Ю. А. Израэль с 1975 по 1987 г. являлись вице-президентами ВМО.

Достаточно активно и целенаправленно велось в это время сотрудничество также с ЮНЕСКО в рамках ее программной деятельности по линии МОК и МГП.

Применительно к сфере деятельности МОК сотрудничество было ориентировано на организацию и проведение скоординированных на международном уровне комплексных исследований

Мирового океана и отдельных его регионов путем реализации таких крупных проектов и программ, как Объединенная глобальная система океанических служб (ОГСОС), Глобальный мониторинг загрязнения морской среды (ГИПМЕ), Международный обмен океанографическими данными (МООД), региональные проекты по исследованию тихоокеанского течения Куроисио, отдельных внутренних и окраинных морей и т. д. Большой вклад в этот вид сотрудничества, его развитие и эффективное использование результатов в интересах Гидрометслужбы и других ведомств страны внесли Е. И. Толстикова, А. П. Метальников (в 1989—1993 гг. был вице-председателем МОК), Ю. В. Тарбеев, С. С. Ходкин, Ю. В. Олюнин, А. Я. Толкачев, А. М. Муромцев, Ф. С. Терзиев, В. М. Грузинов, К. П. Васильев, В. И. Смирнов, А. И. Симонов, С. Г. Орадовский, А. В. Цыбань.

Международная гидрологическая программа ЮНЕСКО была создана в 1964 г. (тогда она называлась Международное гидрологическое десятилетие — МГД). Советский Союз (при лидирующей роли ГУГМС при Совете Министров СССР) был одним из основных инициаторов и разработчиков этой программы, по завершении которой в 1974 г. впервые в мировой практике был подготовлен на базе Государственного гидрологического института Гидрометслужбы и опубликован в качестве вклада СССР в международное сотрудничество в рамках МГД ЮНЕСКО капитальный труд—монография „Водный баланс и водные ресурсы Земли”. Она получила всемирное признание, была переведена ЮНЕСКО на ряд иностранных языков и широко распространена по всему миру.

Соответствующим постановлением Правительства СССР в середине 1960-х годов был образован Национальный комитет СССР по МГД (затем МГП), председателями которого последовательно назначались Е. К. Федоров, В. И. Корзун, В. Г. Берестов, С. С. Ходкин. В состав комитета входили многие ученые и специалисты различных министерств и ведомств СССР, в том числе Академии наук, Минводхоза, Мингеологии, Минвуза и т. д. В начале ГУГМС при Совете Министров СССР, а затем и Госкомгидромет СССР, обеспечивая общую организацию и координацию работ по участию СССР в МГП ЮНЕСКО, принимал также активное участие в практической разработке и реализации большинства проектов в рамках этой программы. В числе работников

системы Госкомгидромета СССР, внесших значительный вклад в сотрудничество в рамках МГП ЮНЕСКО, следует отметить В. И. Корзуна, С. К. Черкавского, С. С. Ходкина, А. А. Соколова, И. А. Шикломанова, Е. Г. Попова, В. С. Вуглинского, В. В. Куприянова, З. Д. Копалиани, А. А. Максимова, Ю. Л. Голубева.

Многостороннее сотрудничество в рамках международных организаций, конвенций, межправительственных и межведомственных соглашений, договоров, программ и проектов, несмотря на свою содержательность, целенаправленность и эффективность, не могло охватить многие частные проблемы отдельных ГМС, решение которых становилось уделом, как правило, взаимозаинтересованных сторон.

Поэтому наряду с многосторонним в середине 1970-х годов интенсивно развивалось и двустороннее международное сотрудничество в области гидрометеорологии и охраны природной среды на основе межправительственных и межведомственных соглашений.

Соглашения и сопутствующие им программы, проекты и эксперименты предусматривали вполне определенные направления сотрудничества, среди которых в качестве основных можно выделить следующие:

- разработка и внедрение методов различных видов гидрометеорологических прогнозов;
- совершенствование и повышение эффективности двустороннего обмена данными, информацией и продукцией;
- исследование состояния и изменений климата в глобальном и региональном аспектах;
- использование цифровой информации с метеорологических ИСЗ в анализе и прогнозе погоды;
- технологии сбора, обработки, распространения и хранения гидрометеорологической информации и данных о состоянии природной среды;
- обмен опытом создания и эксплуатации приборов и оборудования гидрометеорологического и гелиогеофизического назначения;
- специализированное адресное гидрометеорологическое обеспечение различных пользователей;



— выполнение международных обязательств по вопросам гидрометеорологии и гелиогеофизики, климата и его изменений, мониторинга загрязнения окружающей среды, состояния верхних слоев атмосферы и ее озонового слоя, изучения Мирового океана, Арктики и Антарктики, активного воздействия на гидрометеорологические процессы.

По решению правительственных органов Гидрометслужба СССР с начала 1970-х годов становится головным (координирующим) органом в стране по реализации межправительственных соглашений в области охраны окружающей среды с США, Англией, Францией, Бельгией, несколько позже с Финляндией, Канадой, ФРГ, Австралией и другими странами.

Гидрометслужба СССР осуществляла планирование и общую координацию работ советских министерств и ведомств общей численностью свыше 40, участвующих в двустороннем сотрудничестве в рамках этих соглашений, контролировала выполнение планов и программ сотрудничества. Значительный объем работ в рамках соглашений с США, Англией и Францией был выполнен ГГО, ГГИ, ГХИ, ГОИН, ИЭМ, ИПГ, Гидрометцентром СССР. На долю их участия приходится от 20 до 40 % общего объема работ. Ряд тем, выполняемых в рамках соглашений с США, Англией и Францией, в силу их значимости был включен в специальный раздел Государственного плана экономического и социального развития СССР на 1979 г.

Чтобы получить более полное представление о масштабах сотрудничества в рамках двусторонних соглашений в области охраны окружающей среды, достаточно вспомнить, например, что только с США в 1979 г. оно осуществлялось по 11 проблемам, включающим 41 совместный проект, при участии более 30 союзных и республиканских министерств и ведомств, свыше 70 научно-исследовательских институтов и промышленных предприятий.

Наряду с координацией сотрудничества в этой области Гидрометслужба СССР выполняла также около 25 % общего объема работ по Соглашению с США. Институты и учреждения системы Гидрометслужбы являлись головными в 9 из 41 совместных проектов, реализуемых в рамках указанного соглашения.

С заключением двусторонних соглашений по экономическому и научно-техническому сотрудничеству с ФРГ, Швецией, Да-

нией и Канадой на Гидрометслужбу СССР было возложено руководство деятельностью специализированных рабочих органов (комиссий, подкомиссий, рабочих групп, групп экспертов) по вопросам охраны окружающей среды.

В середине второй половины XX в. двустороннее научно-техническое сотрудничество Гидрометслужбы СССР в области гидрометеорологии и контроля (мониторинга) окружающей среды получило интенсивное развитие с соответствующими структурами Болгарии, Венгрии, Вьетнама, ГДР, Китая, КНДР, Кубы, Монголии, Польши, Румынии, Чехословакии, а также Англии, Аргентины, Афганистана, Бельгии, Дании, Испании, Индии, Канады, Мексики, Норвегии, Никарагуа, США, Финляндии, Франции, ФРГ, Швеции, Эфиопии.

К 1990 г. по программам международного сотрудничества учреждениями Гидрометслужбы СССР выполнялось свыше 300 совместных научно-исследовательских (НИР) и опытно-конструкторских (ОКР) работ, теснейшим образом связанных с решением соответствующих задач и проблем в рамках наших национальных планов и программ.

Международное сотрудничество системы Гидрометслужбы СССР, осуществляемое на различных уровнях, позволяло, помимо внедрения в практику результатов совместных разработок НИР и ОКР, получать по каналам оперативной связи в сутки свыше 18 тыс. сводок различных данных и 2600 бюллетеней в коде GRID.

В дополнение к ним по каналам обычной почтовой связи в порядке международного обмена в Гидрометслужбу СССР ежегодно поступали данные около 50 тыс. океанографических станций, 2 тыс. таблиц с данными по приземной метеорологии, свыше 5 тыс. режимно-справочных изданий по аэрологии, актинометрии и другим дисциплинам.

В целом же для использования в технологиях оперативно-прогностической деятельности Гидрометслужба СССР получала из-за рубежа информацию с более чем 8,5 тыс. наземных станций, 7,5 тыс. морских судовых станций, около 200 дрейфующих буев, более 600 радиолокационных станций, около десятка метеорологических спутников, свыше 1,7 тыс. наземных станций, выпускающих сводки CLIMAT. Общий объем гидрометеорологической информации, получаемой Госкомгидрометом СССР

от зарубежных партнеров, примерно в 8—10 раз превышал объем информации, передаваемой СССР в систему международного обмена.

Международное сотрудничество Госкомгидромета СССР на всех этапах его развития и осуществления не ограничивалось взаимовыгодным обменом опытом, данными и информацией с зарубежными партнерами. Немаловажным компонентом сотрудничества было оказание научно-методической, технической, учебно-образовательной, экспертной, консультативной, финансовой и иных видов помощи. Такая помощь оказывалась как в рамках двусторонних соглашений и договоренностей, так и главным образом в рамках добровольной программы помощи ВМО (с 1979 г. Программа добровольного сотрудничества) ГМС развивающихся и других стран, нуждающихся в такой помощи.

Программа добровольного сотрудничества (ПДС) в то время являлась одним из приоритетных видов деятельности ВМО, в которой Советский Союз принимал самое активное участие. Она была направлена, прежде всего, на предоставление помощи в поддержку осуществления программы ВСП. Реализация ПДС полностью зависела от добровольных вкладов стран—членов ВМО в виде оказания помощи поставками приборов и оборудования по техническим проектам ПДС ВМО, финансовой поддержки для оплаты экспертных услуг и консультаций, назначения долгосрочных и краткосрочных стипендий студентам, проведения курсов и международных семинаров по проблемам гидрометеорологии.

Структура помощи, оказываемой СССР развивающимся и социалистическим странам по проектам ПДС ВМО с целью поддержки развития их ГМС, включала поставку приборов, связанного и радиолокационного оборудования, расходных материалов для гидрометеорологических и аэрологических станций, а также обучение и повышение квалификации специалистов этих служб по стипендиям ПДС ВМО.

Будучи генеральным поставщиком по проектам ПДС ВМО, Госкомгидромет СССР осуществлял такие поставки в Афганистан, Анголу, Вьетнам, Ирак, Северную Корею, Конго, Монголию, Мозамбик, Никарагуа, Сирию, Тунис, Уганду, Эфиопию.

Ежегодно в средние и высшие учебные заведения и научно-исследовательские учреждения СССР принималось до 40

стипендиатов ПДС ВМО из 10—15 социалистических и развивающихся стран по гидрометеорологическим специальностям.

Представление о направленности и масштабах помощи Гидрометслужбы СССР по проектам ПДС ВМО можно получить, проследив ее деятельность в этом плане, например, в 1986 г.

В этом году Гидрометслужба СССР поставляла приборы и оборудование по следующим проектам ПДС ВМО:

— „Метеорологическое оборудование для 16 станций” — в Анголу;

— „Приборы, расходные материалы и запасные части для аэрологических станций” — в Афганистан;

— „Установка актинометрическая регистрирующая” (УАР) — в Северную Корею;

— „Усовершенствование национальной сети телесвязи” — в Мозамбик;

— „Улучшение национальных средств телесвязи” — в Никарагуа.

По инициативе СССР, под эгидой ВМО/ЮНЕП в 1984 г. в Одессе для развивающихся стран были проведены первые международные курсы по агрометеорологии и смежным с ней дисциплинам, в 1986 г. в Алма-Ате — вторые курсы для представителей 23 стран Азии, Африки и Латинской Америки.

В учебных заведениях СССР в том же 1986 г. по гидрометеорологическим специальностям обучалось 49 стипендиатов ПДС ВМО из развивающихся стран, 4 стипендиата прошли стажировку в научно-исследовательских учреждениях Гидрометслужбы СССР и 11 стипендиатов приступили к обучению на подготовительных факультетах.

Значительный эффект в создании и укреплении ГМС развивающихся стран имела экспертная и консультативная помощь Гидрометслужбы СССР. Например, в 1984 г. с этой целью в длительные командировки за рубеж были направлены 12 специалистов. Годом позже в Мозамбик выезжала бригада специалистов для монтажа метеорологического радиолокатора МРЛ-5, поставленного Гидрометслужбой СССР.

Изменение политической ситуации в начале 1990-х годов в стране и последовавшее за ним разрушение единой гидрометеорологической системы СССР создали угрозу потери огромного объема оперативной гидрометеорологической информации и по-

ставили ГМС бывших союзных республик перед необходимостью изыскивать новые формы сотрудничества, без которого невозможно было нормальное функционирование практически ни одной из ГМС образовавшихся самостоятельных стран СНГ и Балтии.

В этой связи, к сожалению, следует отметить, что в период проведения в стране экономических реформ и особенно в 1992—1998 гг., в системе образованного тогда Росгидромета происходили крайне негативные процессы, обусловленные катастрофическим дефицитом выделяемых денежных средств. В результате вынужденно сокращались объемы, виды и программы оперативно-производственных работ и научных исследований, разрушалась и сокращалась наблюдательная сеть, происходил интенсивный отток профессиональных кадров, заметно снижался уровень гидрометеорологического обеспечения различных потребителей и традиционно высокий международный авторитет Гидрометслужбы, сокращалось и сворачивалось ее участие во многих международных проектах и программах. Резкое сокращение финансовых возможностей и инфляционные процессы негативно сказались на международном научно-техническом сотрудничестве Росгидромета и во многих случаях привели к его свертыванию. Значительно сократились тематика и объемы сотрудничества со странами Центральной и Восточной Европы, США, Финляндией и рядом других стран. Недостаточное финансирование привело к резкому сокращению участия организаций, ученых и специалистов системы Росгидромета в международных мероприятиях.

Как уже отмечалось, эффективность деятельности отечественной Гидрометслужбы на национальном уровне весьма зависит от результативности международного сотрудничества, осуществляемого в первую очередь в рамках ВМО. Поэтому Правительство Российской Федерации оперативно своим решением закрепило за Росгидрометом функции головного ведомства по представлению интересов России в ВМО и обеспечению выполнения обязательств страны, вытекающих из ее членства в этой организации.

В мае 1993 г. Руководителем Росгидромета и Постоянным представителем Российской Федерации при ВМО Правительство РФ назначило А. И. Бедрицкого, который вскоре стал членом ее Исполнительного совета, преемственно активно поддерживая ав-

торитетные конструктивные позиции нашей страны в этом органе ВМО и организации в целом. Ему принадлежит ряд важнейших инициатив, одобренных и принятых к реализации Исполнительным советом ВМО, в том числе через принятие соответствующих решений Всемирным метеорологическим конгрессом — высшим органом ВМО. В частности, ему принадлежит инициатива принятия в 1999 г. Тринадцатым Всемирным метеорологическим конгрессом Женевской декларации, призывающей правительства всех стран предоставлять адекватную финансовую поддержку функционирования необходимых базовых инфраструктур, мониторинга состояния природной среды и соответствующего метеорологического обеспечения в интересах общества как на национальном, так и на региональном и глобальном уровнях.

Учитывая кризисность сложившейся финансовой ситуации, необходимо было определить жизненно важные приоритетные направления международной деятельности, которые позволили бы обеспечить продолжение успешной деятельности Гидрометслужбы России на национальном уровне. Такими первоочередными направлениями были определены:

1. Обеспечение получения гидрометеорологической информации и данных о состоянии и загрязнении природной среды в глобальном и региональных масштабах в интересах деятельности оперативно-прогностических и научных органов страны.

2. Выполнение национальных обязательств в области гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды по линии ВМО, РККК, ЮНЕСКО, ЮНЕП, МАГАТЭ, Международного комитета по наблюдению Земли со спутников и др.

3. Содействие развитию и функционированию системы мировых и региональных метеорологических центров, в состав которых входят: мировой и региональный центр Москва и региональные центры Новосибирск и Хабаровск.

4. Сохранение единой пространственной и технологической системы сбора и обмена гидрометеорологической и иными видами информации, дальнейшая интеграция в мировую систему наблюдений с Земли и из космоса за состоянием окружающей среды.

5. Поиск путей финансовой поддержки для обеспечения функционирования основных направлений деятельности систе-

мы Росгидромета с использованием в этих целях и зарубежных источников финансирования.

6. Сохранение и активизация участия в работе конституционных и рабочих органов ВМО, РКЖК, ЮНЕСКО и других международных структур.

7. Продолжение сотрудничества в рамках Договора об Антарктике и международной программы арктического мониторинга и оценки состояния арктической окружающей среды (АМАП).

8. Участие в работах, реализуемых в рамках российско-американской Комиссии по экономическому и технологическому сотрудничеству (Комиссия „Гор—Черномырдин”).

9. Развитие и совершенствование многостороннего и двустороннего сотрудничества со странами—участниками СНГ.

10. Восстановление и развитие приоритетных направлений сотрудничества с рядом ведущих стран в области гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды.

Практически все перечисленные направления международного сотрудничества являются преемственными и будут актуальны еще многие годы.

Основной задачей участия России в деятельности ВМО в это время, как и ранее, являлось бесперебойное получение гидрометеорологической информации и данных наблюдений о состоянии окружающей природной среды по всему земному шару, необходимой для оперативно-прогностических органов страны, нужд обороны и различных отраслей экономики. Эту задачу в целом удалось решить успешно. По каналам международного обмена в рамках ВМО в Россию продолжает поступать гидрометеорологическая информация, объем которой в 8—10 раз выше объема информации от гидрометеорологической сети России.

Активное участие в конституционных и рабочих органах ВМО, РКЖК, ЮНЕСКО и других международных организаций и конвенций позволило добиваться принятия решений и рекомендаций по приоритетным направлениям деятельности, отвечающим или не противоречащим интересам России. В 1996 г. в рамках выполнения международных обязательств по Конвенции МАГАТЭ об оперативном оповещении о ядерной аварии Росгидромет учредил на базе НПО „Тайфун” оперативный кризисный центр. По решению ВМО этот центр также выполняет функции

Регионального специализированного метеорологического центра ВМО для всего Азиатского региона по оперативной передаче радиационных данных в МАГАТЭ по каналам связи ВМО.

В соответствии с постановлением Правительства РФ подписано соглашение с ВМО, в рамках которого на базе трех учебных заведений Росгидромета и Минобразования России с января 1995 г. образован и функционирует Региональный метеорологический учебный центр ВМО. Обучение в нем стало осуществляться как в рамках участия Российской Федерации в ПДС ВМО, так и на контрактной основе. Решением Правительства Российской Федерации Росгидромет назначен головным координирующим ведомством России по ее участию в РКИК, под председательством Руководителя Росгидромета А. И. Бедрицкого создана Межведомственная комиссия Российской Федерации по проблемам изменения климата. Росгидромет организовал подготовку ежегодных сообщений о деятельности Российской Федерации в рамках конвенции, разработку и реализацию Федеральной целевой программы „Предотвращение опасных изменений климата и их отрицательных последствий”, утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации в октябре 1996 г. Следует также отметить развитие в это время двустороннего сотрудничества с США по проблемам изменения климата. В 1995 г. была образована российско-американская рабочая группа по политике в области изменения климата Комиссии „Гор—Черномырдин”.

Сотрудничество в этом направлении продолжало также осуществляться в рамках ВКП ВМО/МСНС/ЮНЕП/ЮНЕСКО, РКИК, Межправительственной группы экспертов по вопросам изменения климата (МГЭИК).

Многие ученые и специалисты Росгидромета, пользующиеся заслуженным международным авторитетом, продолжали активно участвовать в международном сотрудничестве по проблемам глобального изменения климата. Руководитель Росгидромета А. И. Бедрицкий был избран вице-председателем конференции РКИК (1995 г.), директор ИГКЭ, академик РАН Ю. А. Израэль неоднократно занимал пост вице-председателя МГЭИК ВМО/ЮНЕП, заместитель директора ИГКЭ И. М. Назаров входил в состав бюро Временной группы по проблеме инвентаризации парниковых газов МГЭИК. Ряд научно-исследовательских учреждений Росгидромета — ИГКЭ, ГГО, ГГИ, ААНИИ,



ВНИИГМИ—МЦД, Гидрометцентр России — занимали ведущие позиции в международном сотрудничестве по этому направлению. К числу наиболее активных участников международного сотрудничества в этой области, внесших значительный вклад в его развитие, следует отнести таких крупных ученых и специалистов Росгидромета, как М. И. Будыко, Е. П. Борисенков, В. П. Мелешко, В. Г. Груза, А. П. Метальников, И. Л. Кароль, Н. В. Кобышева, И. А. Шикломанов.

Особое место в международном сотрудничестве Росгидромета в это время занимали отношения с национальными ГМС стран СНГ. Установленные производственные связи между республиканскими управлениями по гидрометеорологии в рамках единой Гидрометслужбы СССР необходимо было заменить новыми договорными отношениями со всеми ГМС образовавшихся самостоятельных стран СНГ и Балтии.

Поэтому приоритетное место в международном сотрудничестве Росгидромета в это время занимает сотрудничество с гидрометслужбами стран СНГ и ближнего зарубежья, основная цель которого — сохранение созданной за многие десятилетия единой пространственной и технологической системы получения, сбора и обмена гидрометеорологической и другими видами информации как на территории бывшего СССР, так и за ее пределами в рамках интегрированных на международном уровне программ ВМО и других международных организаций.

Именно по инициативе Росгидромета 8 февраля 1992 г. главы правительств стран СНГ заключают, по существу, одно из первых в то время Соглашение о взаимодействии национальных гидрометслужб в области гидрометеорологии, основу которого составили базовые положения регламентно-процедурных документов и многолетнего опыта сотрудничества, осуществляемого в рамках Конференции руководителей ГМС/МС социалистических стран. Был создан Межгосударственный совет по гидрометеорологии (МСГ), в состав которого в качестве его членов вошли руководители национальных ГМС стран СНГ. Совет выступает как организующий и координирующий орган многостороннего научно-технического сотрудничества ГМС стран СНГ на новой политической, правовой и технологической основе по совместным планам и программам, разрабатываемым специально создаваемыми рабочими группами под руководством Исполнительного

комитета МСГ. Такие группы (всего 16) были созданы практически по всем основным направлениям деятельности в области гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды. Их состав формировался из ведущих ученых и специалистов научно-исследовательских и оперативно-производственных учреждений ГМС стран СНГ. От Росгидромета в состав рабочих групп входили и активно работали В. Г. Блинов, В. М. Борисенко, А. И. Гусев, В. А. Тренин, А. В. Карпов, В. В. Овчинников, В. И. Кожушко, З. И. Мокроусова, В. Ф. Харитонов, В. А. Иванов, А. А. Рочев, В. П. Мелешко, Б. А. Киселев, М. В. Петрова, Н. П. Кулаков, В. Н. Страшный, А. М. Аванесянц, В. Н. Стасенко, Г. Г. Сивопляс, А. Д. Клещенко, Л. Е. Безрук, З. К. Абузяров, Н. П. Фахрутдинова, В. И. Кондратюк, М. З. Шаймарданов. Председателями большинства рабочих групп были назначены специалисты Росгидромета.

Выполняя, в частности, решения 11-й сессии МСГ, экспертами рабочих групп были разработаны и направлены национальным ГМС проект рабочего документа „Наземные средства измерения гидрометеорологического направления. Общие технические требования”, нормативные материалы по определению ущерба от стихийных гидрометеорологических явлений, предложения по организации Межгосударственного фонда данных и автоматизированных информационно-справочных систем, по тематике научно-исследовательских работ на 2001—2005 гг. и другие материалы, документы и рекомендации.

Руководитель Росгидромета А. И. Бедрицкий играет лидирующую роль в МСГ, ему принадлежит большинство инициатив по развитию, совершенствованию и повышению эффективности реализуемого в рамках совета многостороннего сотрудничества национальных ГМС стран СНГ. В частности, были разработаны и приняты советом нормативные правовые акты межгосударственного уровня, например модельный Закон о гидрометеорологической деятельности (принят Парламентской ассамблеей государств—участников СНГ в 1997 г.), межправительственные соглашения по единой системе наблюдений на территории стран СНГ и по активным воздействиям на гидрометеорологические процессы (приняты главами правительств стран СНГ в 2001 г.), а также по разработке и принятию в дальнейшем главами прави-

тельство стран СНГ „Концепции гидрометеорологической безопасности”.

Межгосударственный совет по гидрометеорологии организует планомерное развитие многостороннего сотрудничества в области научных исследований и прикладных работ. Исторически сложилось так, что в Российской Федерации было сосредоточено наибольшее количество научных учреждений, ведущих исследования в области гидрометеорологии и смежных с ней наук. По этой причине координация и выполнение многих работ и поручений МСГ были возложены именно на эти учреждения (ВНИИГМИ—МЦД, ВНИИСХМ, Гидрометцентр России, ИГКЭ, ГХИ, ГГО, ГГИ, НПО „Тайфун”, ЦАО, ГРМЦ), которые имели высокий научный и производственный потенциал и успешно обеспечивали решение возложенных на них задач. В результате к концу 2000 г. было завершено более 10 научно-исследовательских работ по актуальной для всех национальных ГМС стран СНГ тематике. Были подготовлены к изданию общие для всех национальных ГМС „Наставление по агрометеорологическим наблюдениям”, „Толковый словарь по сельскохозяйственной метеорологии”, „Руководство по гляциологическим наблюдениям”. В ГГО были разработаны методические рекомендации по подготовке для стран СНГ Строительных норм и правил „Строительная климатология”, части 1 и 2, по изучению влияния изменений климата на строительство, энергетику, транспорт и здоровье человека, создана концепция построения электронной версии научно-прикладного справочника по климату, разработаны идеология и принципы построения станций на базе современных автоматических систем АМИС-РФ, КРАМС-4 и датчиков нового поколения.

Институт глобального климата и экологии ежегодно публиковал „Обзоры фонового состояния окружающей природной среды на территории стран СНГ” на основе обработанных и проанализированных сотрудниками института данных о загрязнении атмосферного воздуха, осадков, поверхностных вод, почвенного и растительного покрова, пресноводной гидробиоты, поступавших от национальных ГМС стран СНГ.

Другие учреждения Росгидромета также внесли свой важный вклад научно-прикладного характера в общее дело совершенствования и развития гидрометеорологического обеспечения населения и экономики стран СНГ.

Двустороннее сотрудничество национальных ГМС стран СНГ и Балтии в области гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды стало осуществляться на основе межведомственных соглашений и комплексных оперативно-производственных и научно-исследовательских программ. Вскоре такие соглашения были заключены практически между всеми вышеназванными странами.

В этой связи следует особо выделить сотрудничество с Республикой Беларусь в рамках Договора о создании Содружества (1996 г.), Союза (1997 г.), а затем и Союзного государства от 8 декабря 1999 г., в процессе реализации соответствующих положений которого образован Комитет Союзного государства по гидрометеорологии и мониторингу загрязнения природной среды, создана совместная Коллегия под председательством А. И. Бедряцкого, разработан и принят Парламентским собранием Союзного государства Беларуси и России нормативный правовой акт „О гидрометеорологической деятельности”, утверждена Советом Министров Союзного государства долгосрочная совместная программа. Практическая реализация указанных решений позволила обеспечить технологическое, научно-методическое и пространственно-информационное единство деятельности ГМС обеих стран.

В последнем десятилетии XX в. формы и направления международного сотрудничества в области гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды, а также состав стран его участников значительно изменились. В частности, полностью прекратилось сотрудничество в рамках Конференции руководителей ГМС/МС социалистических стран, Совета „Интеркосмос” и других структур социалистических стран, двусторонних соглашений с Болгарией, Венгрией, ГДР, КНДР, Республикой Куба, Румынией, Чехословакией и рядом других стран.

В целом же базовой основой многостороннего международного сотрудничества Гидрометслужбы России в этот период, как и ранее, продолжала оставаться ВМО, ее конституционные и рабочие органы, научно-технические программы, проекты и многофункциональные направления деятельности. Продолжалось также достаточно активное сотрудничество по линии ЮНЕСКО в рамках МОК и МГП, МАГАТЭ, Договора об Антарктике, Европейского космического агентства и ряда других международных

структур. При этом основными направлениями многостороннего сотрудничества были определены наиболее актуальные, приоритетные сферы деятельности в области гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды, а также проблемы ее современного состояния, пути и механизмы их решения.

Наряду с взаимодействием по проблеме глобального изменения климата весьма актуальным направлением международного сотрудничества Росгидромета продолжала оставаться и природоохранная деятельность. Наиболее важными предметами совместных международных исследований в этой области были изучение последствий радиоактивного загрязнения природной среды и механизма переноса этого вида загрязнения в пространстве из наземных систем в водные объекты и миграция внутри них, а также разработка мероприятий, проводимых в случае возникновения аварийной ситуации и направленных на выполнение международных обязательств в соответствии с Конвенцией МАГАТЭ об оперативном оповещении о ядерной аварии. Причиной выбора этих направлений международного сотрудничества оставалась озабоченность мирового сообщества последствиями аварии на Чернобыльской АЭС.

Сотрудничество в этом направлении осуществлялось путем проведения совместных исследований, экспериментов, экспедиций, участия в конференциях, обмена информацией и публикациями в рамках международных проектов МАГАТЭ и Конвенции МАГАТЭ об оперативном оповещении о ядерной аварии, а также в рамках Комиссии Хельсинкской конвенции по защите морской среды Балтийского моря (ХЕЛКОМ) и Генерального соглашения между Комиссией Европейского союза и странами СНГ — Россией, Беларусью и Украиной.

Со стороны Росгидромета в этом сотрудничестве принимали активное участие НПО „Тайфун”, ИГКЭ, ГГО. Высокий профессиональный уровень ученых и специалистов Росгидромета, признаваемый мировым научным сообществом, в значительной мере способствовал успешному сотрудничеству с зарубежными коллегами в реализации многих проектов и программ. О заинтересованности ученых различных стран в сотрудничестве с российскими учеными говорит, например, тот факт, что только в 1995 г. 19 сотрудников НПО „Тайфун” были приглашены для выступления с докладами на различные международные конференции и

симпозиумы за счет средств оргкомитетов, 46 специалистов участвовали за рубежом в совместных работах по различным проектам, 7 сотрудников приняли участие в международных экспедициях.

На ИГКЭ были возложены функции головного центра в России по международной совместной Программе комплексного мониторинга воздействия загрязнения воздуха на экосистемы, реализуемой в рамках Конвенции по трансграничному загрязнению воздуха в Европе ЕЭК ООН.

Успешно осуществлялось сотрудничество в одном из наиболее актуальных направлений в области охраны природной среды — оценки состояния и истощения озонового слоя Земли, разрушающегося вследствие антропогенной деятельности.

Международное сотрудничество Росгидромета в этом плане развивалось в направлении реализации основных положений Венской конвенции по защите озонового слоя (вступила в силу 22.09.88), Монреальского протокола по веществам, разрушающим озоновый слой (вступил в силу 1.01.89), международной конференции „Спасение озонового слоя” (Лондон, март 1989 г.), Конференции сторон, подписавших Венскую конвенцию (Хельсинки, апрель 1989 г.), Международного озонового эксперимента и иных международных и национальных актов, в том числе Постановления Правительства Российской Федерации от 24.05.95 № 526 „О первоочередных мерах по выполнению Венской конвенции и Монреальского протокола по веществам, разрушающим озоновый слой”.

Эта область сотрудничества входила в компетенцию ГГО, НПО „Тайфун” и ЦАО, которая, как уже отмечалось, была объявлена Международным центром по оперативному анализу состояния озонового слоя.

Международное сотрудничество Росгидромета в области применения искусственных спутников для исследования Земли и космического пространства также отнесено к актуальным направлениям с сохранением его основных традиционных форм. Оно ориентировано на обмен опытом и технологиями применения спутников для решения задач гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды. Главные партнеры в сотрудничестве — зарубежные национальные и международные организации, имеющие отношение к этой сфере деятельности. Сотрудничество осуще-

ствляется с КАСПАР МСНС, Комитетом по наблюдениям Земли со спутников (КНЗС), ЕВМЕТСАТ, Координационной группой по метеорологическим спутникам (КГМС), Европейским космическим агентством (ЕКА), Международным союзом электросвязи (МСЭ), Национальным центром космических исследований Франции (КНЕС), в рамках межведомственного Соглашения между Российским и Германским космическими агентствами о сотрудничестве в области использования и исследования космического пространства в мирных целях, с США в деятельности Объединенной рабочей группы „Миссия к планете Земля” (ОРГ МПЗ).

Конкретными направлениями сотрудничества в этой области в последнем десятилетии XX в. были:

— разработка, создание и развитие технических средств приема, обработки, хранения и распространения данных дистанционного зондирования;

— развитие методов и технологий обработки и интерпретации получаемых со спутников данных в интересах гидрометеорологического обеспечения пользователей и контроля природной среды;

— участие в работе международных организаций, координирующих деятельность в области использования средств дистанционного зондирования Земли из космоса;

— изучение опыта работы международных организаций и ведущих стран по стандартизации форматов данных дистанционного зондирования.

Основными участниками этого вида международного сотрудничества, включающего также проведение совместных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, экспериментов и конференций, от Росгидромета выступали НИЦ „Планета”, НПО „Тайфун”, филиал ГГО — НИЦ ДЗА, ВНИИГМИ—МЦД.

Активное участие ученых этих НИУ способствовало значительному развитию на международном и национальном уровнях технологии зондирования атмосферы и поверхности Земли из космоса и практического использования информации, получаемой с ИСЗ.

Весьма актуальным для Росгидромета в это время оставалось и международное сотрудничество в области исследований океанов, морей, Арктики и Антарктики.

Участие Росгидромета в международном сотрудничестве по исследованию Мирового океана в последнем десятилетии XX в. продолжалось главным образом по проектам МОК ЮНЕСКО, комитета ВМО/МОК ЮНЕСКО/ЮНЕП по Глобальной системе наблюдений океана (ГСНО), международной координационной группы по системе предупреждения о цунами в Тихом океане, Комиссии по охране морской среды Балтики, Регионального комитета МОК/ЮНЕСКО по Черному морю, Комитета по гидрометеорологии и мониторингу загрязнения Каспийского моря (КАСПКОМ).

Сотрудничество Росгидромета в рамках деятельности МОК ЮНЕСКО и других международных структур в этот период охватывает широкий круг вопросов, касающихся гидрометеорологии, океанографии и мониторинга загрязнения морской среды.

Признанием авторитета и заслуг ученых и специалистов Росгидромета в сфере деятельности МОК ЮНЕСКО явилось решение XX сессии Ассамблеи МОК ЮНЕСКО (июль 1999 г., Париж) об избрании заместителя руководителя Росгидромета С. С. Ходкина на пост Вице-председателя МОК ЮНЕСКО, который он занимал до июля 2003 г.

Представители Росгидромета активно участвовали в сессиях Исполнительного совета и Ассамблеи МОК ЮНЕСКО, проводимых комиссией конференциях, программах и проектах. Ученые ВНИИГМИ—МЦД участвуют в реализации следующих проектов МОК ЮНЕСКО: МООД, „Археология и спасение океанографических данных по Мировому океану” (проект ГОДАР), „Архивация океанографических данных по Средиземному морю” (проект МЕДАР). Проект МОК МЕДАР предусматривает создание глобального каталога данных по Средиземному и Черному морям, унификацию и развитие методической документации форматирования данных и программных средств их контроля.

В конце 1980-х годов ВМО и МОК приняли соответствующие решения, касающиеся необходимости разработки и осуществления ГСНО. В дальнейшем в процессе реализации этих решений такая система была сохранена, и ГСНО практически стала одной из основных программ МОК, включающей в себя ряд региональных проектов, в том числе по акватории морей северо-восточной части Азии, западной части Тихого океана, Европейского региона (Северный Ледовитый океан, Балтийское, Черное и Среди-



земное моря). От Росгидромета в реализации этих проектов принимали участие ДВНИГМИ, ГОИН, ААНИИ, ВНИИГМИ—МЦД. В частности, ДВНИГМИ организовал и провел две российско-японско-корейские экспедиции по проекту „Изучение циркуляции окраинных морей Восточной Азии”. Экспедиционные работы выполнялись по контрактам с научными учреждениями Республики Корея и Японии.

Актуальность международного сотрудничества по проблемам гидрометеорологии и состояния загрязнения Черного моря стала предметом обсуждения МСГ стран СНГ. По решению МСГ в ГОИНе состоялось совещание экспертов Росгидромета и Госкомгидромета Украины, на котором были согласованы концептуальные положения, основные направления и структура международной Комплексной программы по гидрометеорологии и мониторингу загрязнения Черного и Азовского морей.

Гидрометцентр России принимает участие в работе Рабочей группы по оперативным морским службам в рамках этого проекта, целью которой является оценка состояния наблюдательной системы на Черном море, видов диагностической и прогностической продукции, подготавливаемой и распространяемой национальными ГМС в Черноморском регионе, а также рассмотрение и принятие стратегии развития оперативных морских служб в качестве регионального проекта ГСНО на Черном море.

Объектами международного сотрудничества Росгидромета в области гидрометеорологии и мониторинга загрязнения морской среды в последнем десятилетии XX в. были также Балтийское и Каспийское моря.

Международный интерес к совместному изучению Балтийского моря, как и Черного, определяется выходом к его берегам значительного числа стран с развитой экономикой, оказывающих существенное влияние на состояние морской среды Балтийского моря.

В международном многостороннем сотрудничестве по исследованию Балтийского моря Росгидромет принимает участие в рамках ХЕЛКОМ и Балтийского эксперимента (БАЛТЭКС), который является частью Глобального эксперимента по изучению энергетического и водного цикла (ГЭВЭКС) Всемирной программы исследований климата.

Участниками этого проекта являются ученые и специалисты Германии, Дании, Швеции, Финляндии, России, Латвии, Литвы, Эстонии и Беларуси. От Росгидромета работы по проекту БАЛТЭКС ведут ИГКЭ, НПО „Тайфун”, ГГИ, ГГО. К 1997 г. было завершено формирование базы гидрометеорологических данных по бассейну Балтийского моря за тестовые периоды 1986—1987, 1992—1993, 1995 гг.

В последнем десятилетии XX в. интенсивное развитие получила международная деятельность в бассейне Каспийского моря, в том числе и в области гидрометеорологии и мониторинга загрязнения Каспийского моря.

Международный интерес к совместному изучению Каспийского моря определяется расположением на его берегах пяти стран с развивающейся экономикой, для которых добыча нефти и рыбный промысел являются не последними источниками доходов. Этот интерес усугубляется значительными перспективами получения новых прибылей путем увеличения объемов добычи нефти на акватории Каспийского моря за счет собственных капиталовложений прикаспийских стран и иностранных инвесторов. В то же время расширение зоны нефтепромыслов создает угрозу еще более интенсивного загрязнения водной среды Каспия, сокращения воспроизводства и даже уничтожения ценных пород рыбы.

В такой специфической ситуации сотрудничество Росгидромета с национальными ГМС прикаспийских государств — Азербайджана, Ирана, Казахстана, Туркмении — формировалось неоднозначно.

По инициативе Росгидромета под эгидой ВМО создан Координационный комитет по гидрометеорологии и мониторингу загрязнения Каспийского моря (КАСПКОМ) в составе руководителей национальных ГМС прикаспийских стран, разрабатывается Региональная комплексная программа в области гидрометеорологии и мониторинга загрязнения Каспийского моря (КАСПАС), основой которой являются положения разработанного Росгидрометом и вскоре парафированного Россией, Ираном и Казахстаном проекта „Соглашения о сотрудничестве прикаспийских государств в области гидрометеорологии и мониторинга природной среды Каспийского моря”. По решению КАСПКОМ и МСГ СНГ Рабочая группа экспертов прикаспийских стран разрабатывает и

согласовывает проектные документы по тематике программы КАСПАС. Однако, к сожалению, достаточно продуктивного сотрудничества на Каспии, несмотря на повышенный интерес к этому региону многих внерегиональных стран и международных организаций, пока не получилось.

К числу наиболее активных участников международного сотрудничества Росгидромета в области океанографии в последние годы следует отнести В. И. Калацкого, С. С. Ходкина, В. А. Мартыщенко, Ю. Н. Волкова, И. Е. Фролова, М. З. Шаймарданова, Н. Н. Михайлова, А. А. Постнова, З. К. Абузярова, О. И. Зильберштейна, В. Э. Рябинина, И. П. Кузьминых, В. И. Якухина.

Специфика международного сотрудничества в Антарктике, территория которой объявлена ООН достоянием всего человечества, во многом продолжает определяться геополитическими интересами разных стран в этом регионе планеты, правовой статус которого регулируется Договором об Антарктике (1959 г.).

Россия в порядке правопреемницы СССР в начале 1990-х годов продолжила деятельность в Антарктике. Указом Президента Российской Федерации от 7.08.1992 г. № 824 „О Российской антарктической экспедиции” руководство и контроль за ее деятельностью были возложены на Росгидромет, функционально обеспечивающий все аспекты деятельности России в Антарктике. И на первых этапах, когда были резко сокращены объемы финансирования Росгидромета, остро встал вопрос поиска неординарных решений для продолжения работ Российской антарктической экспедиции и выполнения обязательств Российской Федерации в рамках Договора об Антарктике. В этой связи Росгидрометом совместно с заинтересованными министерствами и ведомствами страны были разработаны, одобрены соответствующим постановлением Правительством Российской Федерации и практически реализованы меры по минимизации затрат и оптимизации работ в Антарктике с выделением в бюджете страны расходов на эти цели отдельной самостоятельной строкой.

Международное сотрудничество Росгидромета в Антарктике продолжало осуществляться в рамках Договора об Антарктике (1959 г.) и Протокола по охране окружающей среды к этому договору, консультативного совещания сторон Договора об Антарктике, Постоянного комитета по антарктической логистике и операциям (СКОЛОП), совещаний руководителей нацио-

нальных антарктических программ (КОМНАП), Научного комитета антарктических исследований МСНС, Группы экспертов Исполнительного совета ВМО по антарктической метеорологии, Соглашения между ААНИИ Росгидромета, Лабораторией гляциологии и геофизики окружающей среды (Гренобль, Франция) и Высшей школой морских и атмосферных исследований университета штата Майами (США) о сотрудничестве в области исследований антарктических ледяных кернов и палеоклимата.

В связи с принятием Российской Федерацией Протокола по охране окружающей среды к Договору об Антарктике (1991 г.), согласно которому каждая страна—участница договора устанавливает строгий и обязательный для всех порядок получения разрешений на любые виды деятельности в Антарктике, Правительством Российской Федерации эти разрешительные функции также были возложены на Росгидромет.

Значительный вклад в практическую реализацию сотрудничества в рамках вышеуказанных международных антарктических органов в рассматриваемый период времени внесли В. И. Калацкий, С. С. Ходкин, Ю. С. Цатуров, В. А. Мартыщенко, Б. А. Крутских, И. Е. Фролов, А. И. Данилов, Н. А. Корнилов, В. В. Лукин, В. Л. Мартьянов, В. Д. Клоков, А. М. Сошников, Л. М. Саватюгин.

Сотрудничество Росгидромета в Арктике продолжало осуществляться в рамках международной программы арктических буев (МПАБ) ВМО/МОК ЮНЕСКО совместно с Полярным научным центром университета им. Дж. Вашингтона (США) и Институтом полярных и морских исследований им. А. Вегенера (ФРГ), Программы арктического мониторинга и оценки состояния арктической природной среды (АМАП), проектов ВПИК ВМО/МСНС „Исследование арктической климатической системы” (АКСИС) и Европейской комиссии по океану и полярным наукам „Крупномасштабные исследования Арктического океана”, международного проекта „Северный морской путь”, проекта межправительственного комитета ВМО/МОК/ЮНЕП по глобальной системе наблюдений за океаном в Европейском регионе (Евро ГСНО). Ведущую роль во всех видах сотрудничества Росгидромета в Арктике традиционно играет ААНИИ, активно участвуя в работе практически всех соответствующих органов, создаваемых в рамках вышеуказанных программ и проектов.

В последние годы наиболее активными участниками сотрудничества в рамках международных программ и проектов в Арктическом регионе являются Ю. С. Цатуров, И. Е. Фролов, А. И. Данилов, С. А. Мельников, В. А. Мартыщенко, С. М. Прямыков, Л. А. Тимохов, Г. В. Алексеев, В. М. Смоляницкий, А. В. Бушуев, В. Г. Смирнов, А. В. Клепиков.

Несколько слов следует сказать и о характере изменения сотрудничества Росгидромета, осуществляемого в рамках ПДС ВМО по оказанию помощи и содействия национальным ГМС развивающихся стран. Оно в основном было ориентировано на помощь национальным ГМС стран СНГ, Балтии и развивающихся стран в области образования и подготовки кадров. Одним из важных шагов в этом направлении, как уже отмечалось, было решение Правительства Российской Федерации о создании в России в 1995 г. Регионального метеорологического учебного центра ВМО (РМУЦ ВМО), в котором ежегодно стали проходить обучение и повышение квалификации десятки стипендиатов ПДС ВМО из стран СНГ, Балтии и развивающихся стран. В частности, такое обучение было предоставлено гражданам Багамских островов, Зимбабве, Иордании, Колумбии, Пакистана, Танзании, Центрально-Африканской Республики и других стран.

Оценивая в целом в историческом разрезе существо, тенденции, динамику, основные направления, формы, виды, методы и результаты международного сотрудничества СССР (Российской Федерации) в области гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды, можно с уверенностью сказать, что практически на всех этапах развития и осуществления оно всегда было целенаправленным, взаимовыгодным и весьма эффективным для партнеров с точки зрения как их национальных интересов, так и всего мирового сообщества. И конечно же, решающую лидирующую роль в постоянно развивающемся и совершенствующемся международном сотрудничестве в области метеорологии, гидрологии и смежных с ними областях играла и продолжает играть ВМО, основной программой которой является ВСР с ее глобальными системами наблюдений, телесвязи и обработки данных.

Благодаря тому что практическая реализация программ ВМО осуществляется на основе их тесной координации с соответствующими работами других международных организаций и в этом процессе активно и заинтересованно участвуют почти все страны

мира, суммарный эффект и отдача от такого сотрудничества, не имеющего аналога в мире, всегда будут жизненно необходимы мировому сообществу и чрезвычайно важны для каждой отдельной страны.

Ученые и специалисты соответствующих направлений гидрометеорологической деятельности Советского Союза, а затем Российской Федерации активно участвовали во всех этапах развития и совершенствования различных форм международного сотрудничества в области метеорологии, гидрологии и смежных с ними областях. Им вместе со многими учеными и специалистами других стран по праву принадлежит одна из ведущих ролей в этом процессе, позволившем сохранить все лучшее из гармонично развивавшегося международного сотрудничества, начатого еще в конце XIX в. (1873 г. — образование ММО) и непрерывно технологически и методологически совершенствующегося на основе оперативного внедрения передовых достижений науки и техники в сферу гидрометеорологической деятельности как на национальном, так и на международном уровне.

К сожалению, нельзя не отметить, что активно проявляющийся в последние годы процесс глобальной коммерциализации начал проникать и в сферу деятельности ВМО, распатывая и подрывая ее фундамент — созданную за более чем столетний период и успешно функционирующую в настоящее время единую международную систему наблюдений, сбора и распространения гидрометеорологической информации и данных о состоянии и загрязнении природной среды, основанную на принципах интеграции деятельности национальных ГМС в региональном и глобальном масштабах и свободного, неограниченного, бесплатного и недискриминационного обмена указанными видами данных и информации на международном уровне.

Если процесс проникновения коммерциализации в сферу деятельности ВМО не будет приостановлен, это может крайне негативно отразиться как на функционировании национальных ГМС/МС, так и на эффективности международного сотрудничества и как следствие на интересах всего мирового сообщества.

Хотелось бы отметить еще одно весьма важное обстоятельство, от которого во многом зависели характер и эффективность международного сотрудничества СССР/России в области гидрометеорологии и смежных с ней областей на различных эта-

пах второй половины XX в. Это та роль, которую играли руководители Гидрометслужбы СССР/России в рассматриваемый период. Они глубоко понимали значимость и необходимость широкого международного сотрудничества, без которого невозможно было обеспечить эффективное функционирование и многоплановую оперативно-прогностическую деятельность отечественной Гидрометслужбы.

Как уже отмечалось ранее, академик Е. К. Федоров, который руководил Службой в 1939—1947 гг. и в 1962—1974 гг., заложил основу и сделал очень многое для формирования и развития такого сотрудничества.

Сменивший его на этом посту Ю. А. Израэль (руководил Службой с 1974 по 1992 г.) профессионально-преемственно продолжил гармоничное развитие международного сотрудничества СССР в области гидрометеорологии и смежных с ней областей. Ю. А. Израэль был одним из наиболее активных инициаторов развития сотрудничества в направлениях деятельности, связанной с мониторингом состояния и загрязнения природной среды, разработкой мер по предотвращению негативных антропогенных воздействий на нее. В конце 1970—1980-х годов XX в. международное сотрудничество в этой сфере достигло невиданных масштабов.

К сожалению, происшедшие в начале 1990-х годов, после распада СССР, изменения политического, экономического и международного характера на первом этапе привели к тому, что по подавляющему большинству международных программ, проектов и соглашений работы практически были прекращены либо приостановлены. И только с приходом в мае 1993 г. к руководству Росгидрометом А. И. Бедрицкого международное сотрудничество Гидрометслужбы, весьма широкое и достаточно эффективное в недалеком прошлом, начало активно восстанавливаться и развиваться, несмотря на ряд объективных трудностей, в первую очередь финансового характера. Этот процесс пошел по большинству основных, приоритетных направлений деятельности Росгидромета и касался как двусторонних и многосторонних соглашений, так и международных организаций и конвенций. Особенно это относится к сотрудничеству, связанному с работой МСГ стран СНГ, сохранением и развитием технологического и информационного единства деятельности в области гидрометеорологии

на постсоветском пространстве, созданием и функционированием Комитета Союзного государства Беларуси и России по гидрометеорологии и мониторингу загрязнения природной среды, участием России в деятельности ВМО, ЮНЕСКО, РКИК, Договора об Антарктике и многими другими приоритетными направлениями деятельности Росгидромета.

Являясь Постоянным представителем Российской Федерации при ВМО, А. И. Бедрецкий непрерывно избирается членом Исполнительного совета ВМО, последовательно проводит линию на закрепление традиционно активных авторитетных позиций нашей страны в деятельности этой организации. В частности, ему принадлежит инициатива принятия в 1999 г. Тринадцатым Всемирным метеорологическим конгрессом специальной Женевской декларации, призывающей правительства всех стран предоставлять адекватную финансовую поддержку функционирования необходимых базовых инфраструктур, мониторинга и соответствующего обслуживания в интересах общества как на национальном, так и на глобальном уровне.

Под руководством А. И. Бедрецкого в рамках Межведомственной комиссии Российской Федерации по проблемам изменения климата и реализации в 1997—2001 гг. ФЦП „Предотвращение опасных изменений климата и их отрицательных последствий” осуществляется координация деятельности федеральных органов исполнительной власти по уменьшению негативного влияния хозяйственной деятельности на климат и предотвращению отрицательных последствий изменения климата для экономики и природной среды, по выполнению Российской Федерацией РКИК и участию российских делегаций в переговорном процессе в рамках этой Конвенции и Киотского протокола к ней.

Деловая активность и большой личный вклад А. И. Бедрецкого в различные сферы деятельности ВМО, включая ряд его инициатив по дальнейшему развитию и повышению эффективности работы этой международной организации в интересах как отдельных стран, так и всего мирового сообщества, были высоко оценены. Заслуженным признанием международного авторитета А. И. Бедрецкого стало его единогласное избрание в мае 2003 г. на Четырнадцатом Всемирном метеорологическом конгрессе Президентом ВМО, в состав которой входит 183 государства. Здесь особо хотелось бы подчеркнуть, что впервые Президентом



этой одной из старейших международных организаций избран представителем нашей страны.

Отмечая большой личный вклад многих высокопрофессиональных ученых и специалистов системы Гидрометслужбы СССР/России в развитие и практическую реализацию широкомасштабных и многоплановых направлений международного сотрудничества применительно к различным сферам ее деятельности, было бы несправедливо не отдать должное работникам специализированных подразделений как центрального аппарата Гидрометслужбы, так и многих ее учреждений. Они обеспечивали организацию, координацию и осуществление этой непростой работы, включая все ее многообразие, ведомственную и межотраслевую специфику, а также международные особенности.

Здесь хочется отметить профессиональное чутье и опыт Е. К. Федорова, создавшего в центральном аппарате Гидрометслужбы весьма работоспособную структуру, организующую международную деятельность на основе не просто конкретных видов научно-технического сотрудничества. Исходя именно из этого принципа он считал, что руководителем такой структуры должен быть не просто „чистый международник”, а кадровый профессиональный работник системы Гидрометслужбы. Поэтому в 1971 г. руководителем этого вида деятельности Гидрометслужбы был назначен С. С. Ходкин, который проработал на этом посту до начала XXI в. По той же причине в центральном аппарате Гидрометслужбы вскоре был упразднен Отдел внешних сношений и образовано Управление международного научно-технического сотрудничества с последующим включением в его состав секретариатов образованных в стране межведомственных комитетов и комиссий по МПП, ОГСОС, „Космосу”, озону, климату, МДУОСБ. Это было самое крупное управление в центральном аппарате Гидрометслужбы с численностью 56 сотрудников, из которых более 80 % имели высшее профессиональное образование, в том числе 8 сотрудников имели степень кандидата наук и обладали большим опытом и хорошей практикой международной деятельности.

В заключение хотелось бы еще раз подчеркнуть исключительную жизненную важность и необходимость широкого международного сотрудничества в области гидрометеорологии и смежных с ней областей. Его роль в решении множества задач,

связанных с совершенствованием, повышением качества и эффективности гидрометеорологического обеспечения различных сфер человеческой деятельности в рамках как отдельной страны, так и всего мирового сообщества, нельзя переоценить в прошлом, настоящем и будущем.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представляемая читателю трехтомная серия „Очерки по истории Гидрометеорологической службы России” дает описание истории развития отечественной гидрометслужбы с древних времен, включая образование в 1834 г. специализированной государственной гидрометеорологической службы страны, ее функционирование и развитие на протяжении более чем 170-летнего периода.

Около 100 лет из этого периода, с 1834 до 1929 г., функции научно-исследовательского и оперативного органов Гидрометслужбы страны выполняла Нормальная обсерватория и возникшая на ее базе в 1849 г. Главная физическая (ныне Главная геофизическая) обсерватория, 150-летний юбилей которой был отмечен в 1999 г.

Путь развития Гидрометслужбы России был непростым. Он отражает, с одной стороны, развитие и совершенствование как общенаучной базы, так и соответствующих научных основ гидрометеорологической науки, с другой — успехи научно-технического прогресса и связанного с ним совершенствования методов и технических средств производства гидрометеорологических наблюдений, а также развитие всей системы гидрометеорологических работ.

История Гидрометслужбы наглядно иллюстрирует непрерывное совершенствование организационных форм гидрометеорологического обеспечения различных отраслей народного хозяйства и нужд обороны, вызванное практической необходимостью.

По мере развития экономики, промышленного и сельскохозяйственного производства, удовлетворения нужд обороны, судоходства, авиации и других отраслей непрерывно росла потребность в гидрометеорологической информации и совершенствовании форм ее представления.

Иногда высказывавшиеся точки зрения о том, что с развитием научно-технического прогресса зависимость общества от капризов природы уменьшается, не оправдались. Оказалось, что эта зависимость росла и продолжает расти вместе с ростом производства и научно-техническим прогрессом.

Россия по своему географическому положению, в силу особых климатических и погодных условий, относится к числу немногих стран мира, где условия проживания и производственная деятельность наиболее сильно подвержены воздействию погоды. Глобальность масштабов погодно-климатических процессов требовала международных усилий для их изучения. Именно Россия стояла у истоков организации Всемирной метеорологической организации и международного сотрудничества в области гидрометеорологии, начиная с создания обмена телеграфными сообщениями о погоде, проведения таких комплексных международных проектов, как Первый и Второй международные полярные годы, и др.

Россия по праву играла и должна играть одну из ведущих ролей в дальнейшем совершенствовании международного сотрудничества в области гидрометеорологии.

В „Очерках” наглядно проиллюстрирована историческая и практическая необходимость и неизбежность создания централизованной государственной гидрометеорологической службы и ее всевозрастающая роль в жизни общества, независимо от государственного и политического устройства страны.

Наиболее заметный и интенсивный рыбок в развитии Гидрометслужбы произошел во второй половине XX в., когда резко увеличился объем хозяйственной деятельности, соответственно возросли требования к гидрометеорологическому обслуживанию, существенно расширились и научно-технические возможности для совершенствования Службы.

Возросший объем общественного производства неизбежно привел к небывалому, иногда опасному и необратимому воздействию деятельности человека на окружающую природную среду. Поэтому на Гидрометслужбу были возложены совершенно новые для нее задачи по контролю за состоянием окружающей среды и ее загрязнением.

Россия при всей остроте проблемы антропогенного воздействия на природную среду пока еще находится в выгодном положении и должна этим воспользоваться прежде всего в своих собственных интересах.

Достаточно напомнить, что если принять средний условный коэффициент антропогенного давления на окружающую среду по всему миру за единицу, то для России он остается пока еще

равным 0,7, в то время как, например, для Германии он составляет 19, а для Нидерландов приблизился к 42.

В мире чрезвычайно низок коэффициент сохранения естественных территорий. Так, в США он составляет всего около 4 %, а в ряде стран (Германии, Японии, Корее и др.) практически сведен к нулю. В России этот коэффициент пока еще самый высокий в мире и достигает 45 %.

Весьма важно, чтобы Россия не утратила этих преимуществ. И в решении этой проблемы в новом тысячелетии роль Гидрометслужбы возрастет еще больше.

Вместе с тем следует отметить, что события последнего десятилетия указывают на то, что Гидрометслужба переживает не лучшие времена в своей истории. Так, резко сократился объем научных исследований. С 1986 по 1999 г. количество режимных гидрометеорологических станций уменьшилось с 2308 до 1629, т. е. на 30 %, а по Чукотскому, Диксонскому, Амдерминскому УГМС это уменьшение составило 41, 47 и 59 % соответственно.

Под угрозой находится функционирование созданных с большими усилиями сетей контроля загрязнения атмосферы. Не развиваются в необходимом качественном и количественном отношении технические средства наблюдений и др.

Авторский коллектив „Очерков” и редакционная коллегия надеются, что издание трехтомной серии еще раз позволит показать на историческом примере, что зарождение и развитие гидрометслужбы было вызвано практическими запросами государства и потребность в ней со временем только возрастает.

Эта серия очерков посвящается поколениям гидрометеорологов, усилиями которых на протяжении 170-летнего периода создавалась и совершенствовалась Гидрометслужба страны.

## Приложение 1

### РУКОВОДИТЕЛИ ГИДРОМЕТСЛУЖБЫ

#### *Вангенгейм Алексей Феодосьевич*

Руководитель Единой гидрометеорологической службы СССР — председатель Гидрометеорологического комитета с 1929 по 1936 г.

А. Ф. Вангенгейм родился 22 октября 1881 г. в Черниговской губернии в семье помещика Ф. П. Вангенгейма, который был просвещенным сельским хозяином и в целях повышения культуры земледелия организовал у себя в поместье опытную станцию с регулярными метеорологическими и агрометеорологическими наблюдениями. Таким образом, А. Ф. Вангенгейм — потомственный метеоролог.

В 1906 г. Вангенгейм окончил физико-математический факультет Московского университета, а затем и еще одно высшее учебное заведение — Московский сельскохозяйственный институт (ныне Тимирязевская академия).

С 1910 по 1913 г. работал синоптиком на Каспийском море, написал монографию „Падение уровня Каспийского моря” и впервые поставил вопрос о необходимости объединения работ по метеорологии и гидрологии. Во время Первой мировой войны был метеорологом в действующей армии.

В 1920 г. Алексей Феодосьевич становится старшим научным сотрудником отдела долгосрочных прогнозов Главной физической обсерватории, где работает под руководством основателя этой отрасли метеорологической науки В. П. Мультиановского.

С 1924 по 1928 г. Вангенгейм работал в аппарате Главнауки Наркомпроса РСФСР, основными задачами которого были возрождение научной деятельности в стране, упорядочение и планирование научных поисков, помощь отечественным ученым. Одновременно вел активную преподавательскую и научную деятельность: профессор Московского университета по кафедре геофизики, директор Государственного научно-исследовательского геофизического института, руководитель редакции геофизики в Большой советской энциклопедии.

В 1927 г. А. Ф. Вангенгейм, сознавая необходимость объединения разрозненных ведомственных сетей гидрометеорологических наблюдений в единую систему, добился организации специальной группы экспертов по этому вопросу. В 1929 г. усилия Вангенгейма увенчались успехом — впервые в нашей стране была организована Единая гидрометеорологическая служба, а он сам стал ее первым руководителем — председателем Гидрометеорологического комитета при Совнаркоме СССР. Постановлением СНК СССР от 11.02.1931 г. Гидрометеорологический комитет был передан в ведомство Наркомата земледелия.

За семь лет управления Гидрометеорологической службой А. Ф. Вангенгеймом было сделано очень много для превращения ее в единую систему, обладающую стандартными методами наблюдения, сбора и обработки информации в соответствии с требованиями науки. В целях подготовки новых кадров по его инициативе были созданы Московский и Харьковский гидрометеорологические институты (ныне Российский государственный гидрометеорологический университет в Петербурге и Одесский гидрометеорологический институт), несколько техникумов. В Москве было организовано Бюро погоды СССР, на основе которого впоследствии был создан Гидрометцентр России, в настоящее время ведущий центр по научным и практическим разработкам в области гидрометеорологических прогнозов. Из небольшого Плавучего морского института был развернут Государственный океанографический институт; занял ведущие позиции в гидрологии Государственный гидрологический институт. В 1934 г. организован редакционно-издательский отдел Гидрометслужбы, превратившийся потом в Гидрометеоиздат.

В 1936 г. А. Ф. Вангенгейм был необоснованно репрессирован и через восемь лет заключения, 17 августа 1942 г., умер. В 1956 г. А. Ф. Вангенгейм был посмертно реабилитирован.

### *Ушаков Георгий Алексеевич*

Начальник Главного управления гидрометеорологической службы при СНК СССР в 1936—1939 гг.

Г. А. Ушаков родился 30 января 1901 г. в дер. Лазарево Хабаровского края. В 1921 г. поступил во Владивостокский универ-

ситет, но окончить его не смог из-за Гражданской войны. Учиться дальше пришлось самостоятельно, опираясь на свой энтузиазм и большое желание служить делу изучения Земли, которое возникло у Ушакова еще в юности, в походах по Уссурийскому краю с известным русским путешественником В. К. Арсеньевым.

В 1926 г. Ушаков назначен представителем России по управлению и заселению островов Северного Ледовитого океана. В течение трех лет возглавлял первый поселок на о. Врангеля, впоследствии названный Ушаковским.

В 1930 г. — заместитель директора Института по изучению Севера (впоследствии Арктический и антарктический научно-исследовательский институт), в 1930—1932 гг. — начальник Североземельской экспедиции, основным результатом которой стала первая точная карта архипелага Северная Земля.

В 1932—1936 гг. Г. А. Ушаков работает первым заместителем начальника Главного управления Северного морского пути, которым в то время был акад. О. Ю. Шмидт. В качестве уполномоченного Правительственной комиссией по спасению челюскинцев в 1934 г. Ушаков руководил спасательными работами в ледовом лагере Шмидта, в Ванкареме, на Аляске.

В 1935 г. Георгий Алексеевич возглавлял первую высокоширотную морскую экспедицию на ледокольном пароходе „Садко”, в задачу которой входило исследование большого района Северного Ледовитого океана между Землей Франца-Иосифа и Северной Землей. Экспедицией у берегов Северной Земли была обнаружена самая отдаленная ветвь теплого течения Гольфстрим, открыт новый остров, названный именем Ушакова.

В ноябре 1936 г. Центральное управление Единой гидрометслужбы при Наркомате земледелия СССР было преобразовано в Главное управление гидрометеорологической службы при СНК СССР (ГУГМС). Первым начальником ГУГМС был назначен Г. А. Ушаков. Основной задачей, которую пришлось решать ГУГМС в 1936—1939 гг., было создание системы регулярного специализированного гидрометеорологического обслуживания основных видов хозяйственной деятельности. При Ушакове продолжались работы по совершенствованию и увеличению наблюдательной сети, внедрены новые виды наблюдений, в частности аэрологические, налажен регулярный выпуск краткосрочных и



долгосрочных прогнозов погоды. В 1937—1939 гг. Г. А. Ушаков был главным редактором официального печатного органа Гидрометслужбы — журнала „Метеорология и гидрология”.

В 1940 г. Ушаков переходит в систему Академии наук СССР, в Совет по изучению производительных сил СССР, а в 1943—1945 гг. является заместителем директора Института прикладной географии Министерства нефти.

В 1945—1948 гг. вместе с акад. П. П. Ширшовым организовал Институт океанологии АН СССР, планировал и направлял его работу, являясь заместителем директора по экспедициям. Его усилиями было оборудовано и начало морские исследования всемирно известное экспедиционное судно „Витязь”.

В 1948—1957 гг. Г. А. Ушаков был ученым секретарем Института мерзлотоведения АН СССР. В 1950 г. по представлению акад. В. А. Обручева и других ученых страны Георгию Алексеевичу была присуждена без защиты диссертации ученая степень доктора географических наук.

Награжден орденами Ленина, Красного Знамени и Красной Звезды.

Перу Г. А. Ушакова принадлежат многочисленные статьи и три книги, где в увлекательной форме описаны его арктические путешествия: „Робинзоны острова Врангеля”, „Остров метелей” и „По нехоженой земле”.

Скончался Г. А. Ушаков в 1963 г. и по его желанию похоронен на о. Домашнем в архипелаге Северная Земля.

### *Федоров Евгений Константинович*

Начальник Главного управления гидрометеорологической службы при СНК СССР (1939—1947 гг.) и при СМ СССР (1962—1974 гг.)

Е. К. Федоров родился 10 апреля 1910 г. в г. Бендеры. После окончания в 1932 г. физического факультета Ленинградского государственного университета в течение четырех лет работает в экспедициях Арктического научно-исследовательского института на Земле Франца-Иосифа и на мысе Челюскин.

В 1937—1938 гг. в качестве геофизика принимал участие в знаменитом дрейфе ледовой станции „Северный полюс-1” под руководством И. Д. Папанина.

В 1939 г. Е. К. Федоров в возрасте 29 лет становится начальником Главного управления гидрометслужбы при СНК СССР (ГУГМС). В этом же году его избирают членом-корреспондентом Академии наук СССР.

С началом Великой Отечественной войны Гидрометслужба целиком переходит в ведение Народного комиссариата обороны, и Е. К. Федорову присваивают звание генерал-лейтенанта Красной Армии. В течение всей войны Е. К. Федоров не только руководит гидрометеорологическим обслуживанием фронтов и операций, но и активно поддерживает работы в эвакуированных научно-исследовательских институтах Службы, проводимые в интересах обороны и народного хозяйства страны.

В 1945 г. начинается широко известная деятельность Е. К. Федорова в области международного сотрудничества и укрепления мира — в составе советской делегации он участвует во Всемирной конференции демократической молодежи. В начале 1947 г. Е. К. Федоров возглавил делегацию СССР на чрезвычайной Конференции директоров метеорологических служб, одним из инициаторов которой он являлся. Эта конференция приняла решение незамедлительно возобновить работу Международной метеорологической организации (ММО), созданной в 1873 г., но приостановившей свою деятельность во время Второй мировой войны. Е. К. Федоров, глубоко осознавая и понимая жизненную необходимость широкого развития международного сотрудничества в области гидрометеорологии на базе ММО, внес огромный вклад в ее возрождение и преобразование в межправительственную Всемирную метеорологическую организацию (ВМО) системы ООН. Поэтому не случайно СССР, БССР и УССР в 1948 г. стали членами ВМО. Трудно переоценить вклад Е. К. Федорова в развитие международного сотрудничества в области гидрометеорологии и охраны окружающей природной среды.

К великому сожалению, в 1947 г. Евгений Константинович был оклеветан и необоснованно отстранен от руководства Гидрометслужбой. Лишь спустя многие годы он был полностью оправдан.

До 1962 г. Е. К. Федоров занимается наукой, организацией научных и экспедиционных исследований. В это время он был заведующим лабораторией атмосферного электричества Геофизического института АН СССР, начальником Геофизической комплексной экспедиции в Приэльбрусье, участвовал в Высокоширотной экспедиции Главсевморпути. В 1956 г. становится заместителем директора Геофизического института АН СССР, в рамках которого организует и осуществляет работу по исследованию радиоактивного загрязнения при испытаниях ядерного оружия, ведет международную деятельность по вопросу прекращения испытаний ядерного оружия. В 1959 г. назначен директором Института прикладной геофизики. В этом же году его избирают Главным ученым секретарем Президиума Академии наук СССР, и в этой должности он работает до возвращения в ГУГМС. В 1960 г. избирается действительным членом Академии наук СССР.

В 1962 г. Е. К. Федорова вновь назначают на должность начальника ГУГМС, которое он возглавляет до 1974 г. Е. К. Федоров руководил Гидрометслужбой страны в общей сложности 21 год. В эти годы были заложены основы всех современных направлений гидрометеорологической науки и практики: существенно расширилась сеть и номенклатура наблюдений, появились новые средства связи, началось оперативное использование данных метеорологических спутников Земли и радиолокаторов, внедрены эффективные схемы численных прогнозов погоды, появился мощный научно-исследовательский флот, начались работы по активному воздействию на метеорологические процессы. Были организованы крупные научные институты. В 1965 г. положено начало регулярному измерению химического загрязнения атмосферы, внутренних вод, морей и океанов.

В течение 12 лет (1962—1974 гг.) акад. Е. К. Федоров был членом Исполнительного совета ВМО и четыре года (1967—1971 гг.) — вице-президентом Всемирной метеорологической организации.

Исключительно высоко оценивается общественно-политическая деятельность Е. К. Федорова, посвященная защите мира и сохранению окружающей природной среды: он был председателем Советского комитета защиты мира, вице-президентом Все-

мирного Совета Мира, руководил делегациями на сессиях Генеральной Ассамблеи ООН по предотвращению использования средств воздействия на природную среду в военных и других враждебных целях, являлся главным докладчиком на первой Всемирной конференции по климату.

Большое значение Евгений Константинович придавал обобщению и популяризации деятельности Гидрометслужбы — писал научно-популярные книги, статьи, часто выступал с лекциями перед широкой аудиторией. Его книга „Полярные дневники” является шедевром воспоминаний полярника-исследователя. Ему принадлежат более 100 научных и 150 публицистических и популярных работ по проблемам геофизики, физики атмосферы, гидрометеорологии, географии, взаимодействия общества и природы и т. п.

За выдающиеся заслуги в развитии геофизической науки и Гидрометеорологической службы страны Е. К. Федоров удостоен звания Героя Советского Союза, лауреата Государственных премий СССР (дважды, в 1946 и 1969 гг.), награжден более чем 20 правительственными наградами (орденами и медалями) СССР, трижды избирался депутатом Верховного Совета СССР, был членом его Президиума.

Е. К. Федоров удостоен высшей награды ВМО — 21-й премии Международной метеорологической организации, а также премии Росгидромета.

Е. К. Федоров скончался 30 декабря 1981 г. Его имя присвоено Институту прикладной геофизики Росгидромета, а также одному из научно-исследовательских судов Гидрометслужбы.

### *Шулейкин Василий Владимирович*

Начальник Главного управления гидрометеорологической службы при СМ СССР с 1947 по 1950 г.

В. В. Шулейкин родился 1 января 1895 г. в Москве. Окончил Императорское высшее техническое училище (позднее Московское высшее техническое училище (МВТУ)) в 1916 г.; дипломная работа по электротехнике стала его первой научной публикацией.

В 1918—1929 гг. В. В. Шулейкин преподавал в МВТУ — здесь в 1923 г. ему было присвоено звание профессора — и одновременно работал в Институте физики и биофизики, где начал исследования физических процессов в океанах и морях.

В. В. Шулейкин положил начало новой отрасли науки — физике моря. В 1929 г. он основал в Крыму (Кацивели) Черноморскую гидрофизическую станцию, которая в 1944 г. была преобразована в Морскую гидрофизическую лабораторию. В 1948 г. создал и возглавил Морской гидрофизический институт.

В годы Великой Отечественной войны В. В. Шулейкин, будучи уже признанным ученым, членом-корреспондентом АН СССР (с 1929 г.), добровольно ушел на действительную военную службу. В звании военинженера I ранга он выполнял в Ленинграде работы по расчету несущей способности льда на знаменитой „Дороге жизни” через Ладожское озеро.

В 1945 г. по инициативе В. В. Шулейкина организована кафедра физики моря на физическом факультете Московского государственного университета, заведующим которой он был долгое время.

В 1946 г. научные заслуги В. В. Шулейкина отмечены избранием его в действительные члены Академии наук СССР. Основные научные труды его посвящены теории морских волн и течений, взаимодействию океана и атмосферы, тепловому балансу морей, вопросам оптики океана. Еще до войны В. В. Шулейкин издал ставшую классической монографию „Физика моря”, которая выдержала четыре издания. Изобрел ряд приборов для исследований морей.

В 1947—1950 гг. В. В. Шулейкин возглавлял Главное управление гидрометеорологической службы. В эти годы происходило восстановление разрушенной войной сети станций наблюдений, необходимо было вновь налаживать работу научно-исследовательских учреждений Службы, внедрять новые приборы и методы наблюдений.

В последующие годы В. В. Шулейкин возвратился к работе в Морском гидрофизическом институте, участвовал в экспедициях, был членом Бюро отделения океанологии, физики атмосферы и географии Академии наук СССР, работал в редколлегиях академических журналов, в редакции „Морского атласа”. Награж-

ден шестью орденами, лауреат Сталинской (Государственной) премии 1942 г. Скончался 25 апреля 1979 г.

### *Золотухин Андрей Афанасьевич*

Начальник Главного управления гидрометеорологической службы при СМ СССР с 1950 по 1962 г.

А. А. Золотухин родился под Киевом в 1907 г. В 1921 г. он работал на сахарных заводах Украины, осваивая рабочие специальности.

С гидрометеорологией А. А. Золотухин связал свою жизнь довольно рано: в 1929 г. он поступил на подготовительное отделение Московского гидрометеорологического института и очень скоро, будучи еще студентом, стал работать начальником отдела подготовки кадров ГУГМС. Кадровыми вопросами Гидрометслужбы А. А. Золотухин занимался с 1931 по 1935 г., а затем был назначен на должность начальника Симферопольского УГМС. В 1938 г. он возвращается в Москву, в аппарат ГУГМС, и как специалист-гидролог получает назначение на должность начальника отдела поверхностных вод. В 1939—1941 гг. работает руководителем группы гидрометеорологического обеспечения Госплана СССР.

В первые годы Великой Отечественной войны А. А. Золотухин находится в Хабаровске и является начальником гидрометслужбы Дальневосточного фронта. В действующую армию он переводится в 1944 г. и возглавляет управление гидрометслужбы Киевского военного округа.

В 1948 г. А. А. Золотухин вновь переходит в систему ГУГМС — становится начальником Московского управления, а в 1950 г. — начальником Гидрометслужбы страны. На этом посту А. А. Золотухин проработал 12 лет.

В эти годы была проведена большая работа по восстановлению сети гидрометеорологических наблюдений и дальнейшему ее развитию. Под руководством А. А. Золотухина были поставлены на регулярную основу новые виды гидрометеорологических наблюдений и исследований, среди которых следует назвать аэ-

рологическое зондирование атмосферы и освоение трехмерного анализа процессов формирования погоды, планомерное изучение океанов и морей, первые работы по внедрению численных методов анализа и прогноза погоды.

А. А. Золотухин награжден орденами Трудового Красного Знамени и Знак Почета.

### *Израэль Юрий Антониевич*

Начальник Главного управления гидрометслужбы при СМ СССР (1974—1978 гг.), Председатель Государственного комитета СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды (1978—1991 гг.)

Ю. А. Израэль родился в Ташкенте 15 мая 1930 г. После окончания в 1953 г. физико-математического факультета Среднеазиатского государственного университета он начал свою трудовую деятельность в Институте прикладной геофизики системы Гидрометслужбы, в котором прошел путь от научного сотрудника до директора (1969—1971 гг.). Многие годы Ю. А. Израэль занимается исследованием радиоактивного загрязнения природной среды при испытании ядерного оружия.

В 1971 г. доктор физико-математических наук, профессор Ю. А. Израэль становится первым заместителем начальника, а в 1974 г. — начальником Главного управления гидрометслужбы (ГУГМС). В этом же году он избирается членом-корреспондентом Академии наук СССР.

В связи с большой народнохозяйственной значимостью работы Службы в 1978 г. ГУГМС было преобразовано в Государственный комитет СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды, Председателем которого Ю. А. Израэль был по 1991 г. Таким образом, он возглавлял Гидрометслужбу страны в течение 18 лет.

За это время в практике работы Службы стала широко использоваться спутниковая и радиолокационная информация, значительно продвинулись работы по автоматизации деятельности Службы, в частности, в области численных анализов и прогнозов состояния атмосферы и океана; создана Государственная

служба наблюдения и контроля загрязнения среды. Ю. А. Израэлю принадлежит разработка и внедрение концепции мониторинга природной среды. Его книга „Экология и контроль состояния природной среды” удостоена золотой медали им. Сукачева Академии наук СССР, присуждаемой за выдающиеся работы в области экологии.

В науке в эти годы происходит важный сдвиг в области понимания долгопериодных процессов в системе океан—атмосфера—континент, и выдвигаются первые концепции глобального изменения климата с учетом антропогенных воздействий. Многие монографии и статьи Ю. А. Израэля, посвященные данной теме, явились концептуальными и заложили направление дальнейшего научного поиска.

После Чернобыльской аварии 1986 г. Ю. А. Израэль, обладая большим опытом, полученным на атомных полигонах страны, возглавил работу по измерению и исследованию радиоактивного загрязнения территории; именно данные Гидрометслужбы стали основой для принятия важнейших решений по Чернобылю. Под руководством Ю. А. Израэля в дальнейшем усиленно развивались научные работы по оценке последствий ядерных аварий, возможных результатов применения ядерного оружия, эффектов „ядерной зимы”, которые убедительно продемонстрировали мировой общественности опасность гонки стратегических вооружений и способствовали заключению международных договоров о сокращении запасов ядерного оружия и запрещении его испытаний.

Активно продолжая линию на развитие международного сотрудничества, Ю. А. Израэль много сил и энергии уделяет повышению международного авторитета и признанию достижений СССР в области гидрометеорологии и охраны окружающей среды. В первую очередь это касается Всемирной метеорологической организации (ВМО), Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ЮНЕП) и их совместной деятельности в рамках Межправительственной группы экспертов по изменению климата, в руководящий состав которой он избирается постоянно.

В течение 18 лет он является членом Исполнительного совета ВМО и 12 лет подряд (1975—1987 гг.) последовательно избирает-



ся третьим, вторым, первым вице-президентом ВМО. Активно содействуя развитию работ в рамках ВМО в области прогнозов погоды, изменения климата и озоносферы Земли, мониторинга загрязнения природной среды, исследования океана и космоса, всемерно поддерживая меры, направленные на повышение эффективности сотрудничества гидрометеорологических служб стран— членов ВМО, Ю. А. Израэль завоевал заслуженный авторитет и признание в мировом метеорологическом сообществе. Ю. А. Израэль является одним из организаторов Всемирной климатической конференции по изменению климата (Москва, 2003 г.).

В 1992 г. он перешел на научную работу, возглавив организованный им Институт глобального климата и экологии (ИГКЭ), основным научным направлением которого является изучение антропогенного воздействия на атмосферу и океан, а также связанных с этим воздействием изменений климата. В 1994 г. он избирается действительным членом Российской академии наук и становится академиком-секретарем отделения океанологии, физики атмосферы и географии. В 2001 г. Ю. А. Израэль избран президентом Российской экологической академии. Ю. А. Израэль — автор и соавтор более 250 научных работ, в том числе 24 монографий, шесть из которых переведены на английский и другие языки, главный редактор журнала „Метеорология и гидрология”.

Ю. А. Израэль удостоен многих отечественных и международных наград и премий за вклад в охрану окружающей среды и развитие актуальных научных направлений. За большой вклад в решение научных и прикладных задач в области гидрометеорологии и охраны окружающей природной среды Ю. А. Израэль удостоен звания лауреата Государственной премии СССР (1981 г.), Экологической премии ООН—ЮНЕТЕП им. Сасакавы (1991 г.), 37-й премии Международной метеорологической организации (1992 г.), Золотой медали Международного научного центра „Этторе Маджорена” (Италия, 1990 г.) — за Чернобыль, является заслуженным деятелем науки Российской Федерации. Выдающийся последователь Е. К. Федорова, Ю. А. Израэль был трижды удостоен премии им. Е. К. Федорова.

### *Зубов Юрий Феликсович*

Председатель Комитета по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Министерства экологии и природных ресурсов Российской Федерации в 1992—1993 гг.

Ю. Ф. Зубов родился в 1940 г. в Омской области. После окончания средней школы в 1957 г. два года работал токарем на Сибзаводе Министерства сельскохозяйственного машиностроения в Омске. В 1959—1961 гг. проходил службу в Советской Армии. В 1967 г. окончил Горьковский государственный университет по специальности инженера-физика и начал работать инженером в конструкторско-технологическом бюро измерительных приборов в Горьком.

В Гидрометслужбу Ю. Ф. Зубов пришел в 1974 г. — в Вычислительный центр Верхне-Волжского УГМС, где прошел путь от старшего инженера до директора центра.

На посту Председателя Комитета по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Ю. Ф. Зубов находился в 1992—1993 гг., когда вследствие общего экономического состояния России наука вообще и гидрометеорология в частности понесли большие потери, началось сокращение сети гидрометеорологических станций и постов. Сохранение сети Ю. Ф. Зубов считал основной задачей в этот период. Поэтому принятие в это время при активном участии Ю. Ф. Зубова постановления Правительства РФ „О повышении эффективности использования в народном хозяйстве гидрометеорологической информации и данных о загрязнении окружающей среды” № 532 от 03.08.92 сыграло положительную роль в создании условий для получения дополнительных средств для поддержания деятельности и жизнеобеспечения оперативно-производственных организаций Росгидромета, поскольку им было дано право предоставлять специализированную гидрометеорологическую информацию и данные о загрязнении окружающей природной среды коммерческим структурам, предприятиям и организациям гражданской авиации, морского и железнодорожного транспорта на договорной основе за плату.

В это же время вышел Указ Президента РФ „О Российской Антарктической экспедиции” № 824 от 07.08.92, которым на

Росгидромет были возложены (сохранена преемственность) функции по руководству и контролю за деятельностью РАЭ, обеспечению ее работы.

### *Бедрицкий Александр Иванович*

Руководитель Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды с 1993 г. по настоящее время

А. И. Бедрицкий родился 10 июля 1947 г. в г. Ангрен Узбекской ССР. Окончил Ташкентский электротехнический институт связи.

В Гидрометслужбу А. И. Бедрицкий пришел в 1969 г. уже опытным специалистом по радиоэлектронике: в Среднеазиатском региональном вычислительном центре Управления гидрометеорологической службы Узбекской ССР в 1969—1977 гг. он прошел путь от старшего инженера до заместителя директора. С 1977 по 1980 г. работал главным инженером Среднеазиатского регионального научно-исследовательского гидрометеорологического института.

В 1980 г. А. И. Бедрицкий становится заместителем начальника Узбекского республиканского управления по гидрометеорологии и контролю природной среды Госкомгидромета СССР. На этом посту он проработал более десяти лет, уделяя главное внимание развитию и технической реконструкции сети наблюдений, автоматизации систем сбора и обработки гидрометеорологической информации и данных о состоянии и загрязнении природной среды. В 1986 г. принимал непосредственное участие в ликвидации аварии на Чернобыльской АЭС.

В 1992 г. А. И. Бедрицкий назначен первым заместителем Председателя Комитета по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Министерства экологии и природных ресурсов Российской Федерации. В этом же году при активном участии А. И. Бедрицкого Гидрометеорологическая служба страны вновь обретает самостоятельность — образована Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). В мае 1993 г. А. И. Бедрицкий становится Руководителем Росгидромета.

В условиях экономических реформ в России и дефицита государственных средств остро встал вопрос о статусе Гидрометслужбы,

о ее месте в системе государственных органов исполнительной власти. В целях решения этого вопроса А. И. Бедрицкий предпринимает активные целенаправленные шаги по разработке и принятию специального Федерального закона „О гидрометеорологической службе”. С большим трудом, по истечении четырех лет, удается добиться принятия в июле 1998 г. указанного Закона, появившегося, к сожалению, уже после очередной реорганизации структуры федеральных органов исполнительной власти (Указ Президента РФ от 30 апреля 1998 г.), в результате которой Росгидромет как самостоятельная структура был упразднен, а его функции были переданы Госкомэкологии России. Однако благодаря огромным усилиям А. И. Бедрицкого, его твердой бескомпромиссной позиции в решении вопроса о восстановлении существовавшего статуса Росгидромета, при активной поддержке всей системы Гидрометслужбы, Государственной Думы, Совета Федерации Федерального Собрания РФ, Российской академии наук и большинства глав администрации субъектов РФ, Указом Президента РФ от 30.09.1998 г. Служба восстановлена в прежнем статусе — Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, которая, согласно Закону „О гидрометеорологической службе”, определена Правительством Российской Федерации в качестве специально уполномоченного федерального органа исполнительной власти в области гидрометеорологии и смежных с ней областей.

Под руководством А. И. Бедрицкого для закрепления положений Закона „О гидрометеорологической службе”, внедрения новых форм и методов гидрометеорологического обслуживания в условиях проводимых экономических реформ в стране в последние годы разработан и практически реализуется целый ряд постановлений Правительства РФ, других нормативных правовых актов, позволивших существенно укрепить позиции Службы, создать условия получения оперативно-производственными и научными организациями Росгидромета дополнительных средств на поддержание, восстановление и технологическое совершенствование систем получения, сбора, обработки и распространения гидрометеорологических данных и информации о состоянии и загрязнении природной среды, а также на решение социальных вопросов для работников Гидрометслужбы России.

Несмотря на экономические трудности, благодаря предпринятым мерам в период 1993—2001 гг. Гидрометслужба сохранила все основные научно-производственные структуры и направления своей деятельности. Развиваются новые формы взаимодействия с потребителями, такие как система специализированного адресного гидрометобеспечения, построенная на основе хозяйственных договоров и обеспечивающая поступление дополнительных средств, жизненно необходимых для эффективного функционирования системы в целом и ее структурных звеньев. К 2000 г. стабилизировалась государственная наблюдательная сеть, намечается ее расширение, проводится техническое переоснащение сети новыми приборами и автоматизированными средствами наблюдений и обработки данных. Продолжают развиваться главные научные направления Службы: исследования по всем видам прогнозов, оценке состояния и изменения климата и водных ресурсов, мониторингу загрязнения природной среды, космосу, морям, океанам, Арктике и Антарктике, активным воздействиям. В Мировом метеорологическом центре Москва впервые внедрена технология численных прогнозов погоды на суперкомпьютере „Крей” (1996 г.), соответствующая уровню технического оснащения гидрометслужб развитых стран мира.

Решая сложные задачи обеспечения деятельности Гидрометслужбы, А. И. Бедрицкий одновременно продолжает заниматься разработкой конкретных научных вопросов. Именно ему принадлежит инициатива развития работ как в системе Росгидромета, так и в рамках ВМО по экономической оценке влияния погодно-климатических явлений на различные отрасли экономики, предотвращения ущерба от стихийных явлений, рациональному использованию климатических ресурсов. В 1999 г. он защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата географических наук. Им опубликовано более 40 научных работ. Он также является инициатором и организатором подготовки и издания трехтомника „Очерки по истории Гидрометеорологической службы России”.

С приходом А. И. Бедрицкого к руководству Росгидрометом начало активно восстанавливаться и развиваться традиционно весьма широкое и достаточно эффективное международное сотрудничество Службы в рамках как двусторонних и многосторонних соглашений, так и международных организаций и кон-

венций. Особенно это касается деятельности Межгосударственного совета по гидрометеорологии СНГ, сохранения и развития технологического и информационного единства деятельности в области гидрометеорологии на постсоветском пространстве, формирования единой гидрометеорологической службы в рамках создаваемого Союзного государства Беларуси и России, участия России в деятельности ВМО и в Рамочной Конвенции ООН об изменении климата. Являясь Постоянным представителем Российской Федерации при ВМО, А. И. Бедрицкий непрерывно избирается членом Исполнительного совета этой организации, последовательно проводит линию на закрепление традиционно активных авторитетных позиций нашей страны в деятельности ВМО. В частности, ему принадлежит инициатива принятия в 1999 г. Тринадцатым всемирным метеорологическим конгрессом Женевской декларации, призывающей правительства всех стран предоставлять адекватную финансовую поддержку функционирования необходимых базовых инфраструктур, мониторинга и соответствующего обслуживания в интересах общества как на национальном, так и на глобальном уровне.

Под руководством А. И. Бедрицкого в рамках Межведомственной комиссии Российской Федерации по проблемам изменения климата и Федеральной целевой программы „Предотвращение опасных изменений климата и их отрицательных последствий” осуществляется координация деятельности федеральных органов исполнительной власти по уменьшению негативного влияния хозяйственной деятельности на климат и предотвращению отрицательных последствий изменения климата для экономики и природной среды, по выполнению Российской Федерацией Рамочной Конвенции ООН об изменении климата. Он неоднократно возглавлял российские делегации на переговорном процессе в рамках Конвенции и Киотского протокола к ней. В 2003 г. А. И. Бедрицкий избран Президентом Всемирной метеорологической организации.

Деятельность А. И. Бедрицкого отмечена высокими наградами: благодарностью Президента Российской Федерации, Почетной грамотой Правительства Российской Федерации, орденом Мужества, медалями; он является лауреатом премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники.

## Приложение 2

### КАЛЕНДАРЬ ПАМЯТНЫХ ДАТ

- XI в.,  
60-е годы Русскими иноками создан метеорологический трактат „О вёдре”, посвященный засухам 60-х годов XI в.
- 1001—1002 Начало регулярных записей в летописях о необычайных метеорологических явлениях. Начало русской службы „погодовещания”. Русская экспедиция, отправленная Владимиром Великим в Вавилон, Египет и Рим, вела записи сведений о природе, государственном устройстве, обычаях народов этих стран.
- 1512 Создана всеобщая история — „Русский хронограф”, в котором наряду с событиями в жизни государств и народов рассмотрены необычайные природные явления от Всемирного потопа до начала XVI в.
- XVI—  
начало  
XVII в. Создан Большой чертеж Русского государства и книга описания к нему, в которой рассмотрена гидрологическая сеть России от границ с Норвегией до Оби, Мангазеи и Енисея.
- 1650 Русский царь Алексей Михайлович учредил вести „Дневальные записи”, куда заносились сведения о погоде.
- 1695 По указу Петра I в его „Походные журналы” стали заноситься визуальные метеорологические наблюдения. Велись на протяжении 30 лет.
- XVII в. Первые данные о гидрометеорологическом и ледовом режиме северных и восточных морей были получены русскими первопроходцами, открывшими северные и восточные побережья Азии от Енисея до Берингова пролива, от Берингова пролива до Камчатки и Амура, Сахалина и Курил.
- 1720 Морским Уставом, утвержденным Петром I, в русском флоте были введены вахтенные журналы, в которые заносились наблюдения за ветром и переменами погоды.
- 1721 В Петербурге и Риге велись одновременные метеорологические наблюдения. Сохранились записи Петра I, сделанные им в Риге.

- 1725 Начаты первые регулярные инструментальные метеорологические наблюдения в Петербурге. Наблюдения вел академик Ф. Х. Майер.
- 1725 По указу Петра I для поиска пролива между Азией и Америкой и для исследования рудных богатств Сибири снаряжена Великая Северная экспедиция, организовавшая около 20 метеорологических станций.
- 1725 Начаты первые метеорологические наблюдения в Казани.
- 1726 Опубликована статья академика Г. В. Крафта „О необходимости создания в России метеорологической сети из 12 обсерваторий”.
- 1726 Начата публикация в издании Российской академии наук „Commentarii” первых метеорологических наблюдений за давлением, температурой и влажностью воздуха, ветром и явлениями в атмосфере. Данные к публикации готовили академики Г. В. Крафт, А. И. Браун, К. А. Эйлер, П. Иноходцев.
- 1727 В Петербурге по инициативе Академии наук создана первая русская сеть метеорологических станций. Материалы наблюдений не сохранились.
- 1731 Начаты первые инструментальные метеорологические наблюдения в Москве. Наблюдения организовал военный врач И. Лерхе.
- 1732 Проведены первые инструментальные метеорологические наблюдения в Астрахани. Наблюдения провел военный врач И. Лерхе.
- 1733 Начаты первые инструментальные метеорологические наблюдения в Казани. Наблюдения вел учитель Семен Куницын.
- 1733—1743 Работа Второй Камчатской экспедиции, организованной с целью детального изучения побережий Северного Ледовитого и Тихого океанов, входящих в состав России. Академический отряд экспедиции организовал первую русскую метеорологическую сеть на территории от Казани до Охотска, Большерецка и Нижнекамчатска. Всего в этот период были организованы 24 метеорологические станции.



- 1734 Организация Академическим отрядом Второй Камчатской экспедиции метеорологических наблюдений в Екатеринбурге. Первые наблюдения в течение двух недель 1734 г. проводил академик И. Г. Гмелин. После его отъезда наблюдения велись до 1746 г. маркшейдером А. Татищевым, впоследствии — геодезистом Н. Каркадиновым, учителем арифметики Санниковым и др.
- 1734 Начаты первые метеорологические наблюдения в Иркутске. Наблюдения три раза в день вел Никита Канаев. В 1747 г. наблюдения были прекращены.
- 1734 Начаты первые метеорологические наблюдения в Якутске. Наблюдения нерегулярно до 1749 г. вел Пехов.
- 1734 Открыто замерзание ртути. Явление обнаружил и описал конный казак Петр Саломатов на метеостанции в Томске.
- 1734 Проведены первые метеорологические наблюдения в Дербенте. Наблюдения провел военный врач И. Лерхе.
- 1735 Начаты первые метеорологические наблюдения в Енисейске. Наблюдения вел „служивый человек” казак Кузьма Чарошников по первой инструкции по производству метеорологических наблюдений, „врученной ему академиком И. Г. Гмелиным”. Согласно этой инструкции, наблюдения должны были проводиться 4 раза в сутки (6, 12, 18, 22 ч) за температурой, давлением, ветром, атмосферными явлениями, полярными сияниями, а также за некоторыми гидрологическими явлениями.
- 1738 Проведены первые метеорологические наблюдения в Харькове. Наблюдения провел военный врач И. Лерхе.
- 1740 Начаты первые метеорологические наблюдения в Тамбове.
- 1748 М. В. Ломоносовым сконструирован и по его чертежам изготовлен анемометр, приемной частью которого являлось крыльчатое колесо, ориентируемое по ветру с помощью большого флюгера. Прибор позволял определять сумму скоростей ветра любого из 32 румбов.
- 1749 М. В. Ломоносов создал „универсальный барометр”, позволяющий также измерять силы притяжения Луны и планет.

- 1751 М. В. Ломоносовым в его петербургском доме организована первая в мире метеорологическая обсерватория, снабженная самопишущими приборами. Аналогичная обсерватория действовала в имени М. В. Ломоносова в Усть-Рудице.
- 1751 Заводчиком П. А. Демидовым во второй половине XVIII в. начаты регулярные метеорологические наблюдения в Сибири (в Соликамске).
- 1768 Начаты регулярные метеорологические наблюдения в Якутске. Наблюдения вел геодезист Исленьев.
- 1770 Проведены первые инструментальные метеорологические наблюдения в Киеве. Наблюдения провел военный врач И. Лерхе.
- 1776 Начаты первые метеорологические наблюдения в Улеборге (Финляндия). Наблюдения велись при аптеке до 1787 г.
- 1789 Начаты инструментальные метеорологические наблюдения в Охотске. Наблюдения, организованные Географическим департаментом, велись до 1795 г.
- 1806 Начаты первые метеорологические наблюдения в Вологде.
- 1813 Начаты первые метеорологические наблюдения в Архангельске.
- 1813 Начаты первые метеорологические наблюдения в Курске. Наблюдения вел Ф. А. Семенов.
- 1820 Начаты первые метеорологические наблюдения в с. Качае в устье р. Яна.
- 1828 Начаты первые метеорологические наблюдения в Оренбурге.
- 1829 На заседании Российской академии наук А. Гумбольдт предложил организовать в Петербурге обсерваторию для проведения систематических магнитных наблюдений. Академия наук поручила заняться этим вопросом А. Я. Купферу.
- 1829 Начаты регулярные метеорологические наблюдения в Финляндии.

- 1829 Начаты первые метеорологические наблюдения в Глазове.
- 1830 Начаты наблюдения в магнитной обсерватории Академии наук, находившейся в Петербурге на Петербургской стороне.
- 1832 Начаты первые метеорологические наблюдения в Пензе.
- 1833 А. Я. Купфер представил директору Департамента горных и соляных дел при Министерстве финансов докладную записку и проект создания сети магнитных и метеорологических обсерваторий, возглавляемых Нормальной обсерваторией. Проект был утвержден в 1834 г.
- 1834 Начаты первые метеорологические наблюдения в Нижнем Новгороде, Рязани, Саратове.
- 1834 Учреждена Нормальная обсерватория в Петербурге. Заведующим обсерваторией назначен А. Я. Купфер. Этим положено начало регулярных метеорологических и магнитных наблюдений в России.
- 1834—1835 Созданы магнитные и метеорологические обсерватории в Барнауле, Нерчинске, Екатеринбурге, Златоусте, Богословске, Луганске.
- 1835 Начаты метеорологические и магнитные наблюдения в Нормальной обсерватории в Петербурге.
- 1835 Начаты первые метеорологические наблюдения в Красноярске.
- 1835 Составлена А. Я. Купфером и издана первая инструкция для производства метеорологических наблюдений „Руководство к деланию метеорологических и магнитных наблюдений”.
- 1836 Организованы регулярные магнитные и метеорологические наблюдения в Екатеринбургской филиальной обсерватории.
- 1837 Начаты первые метеорологические наблюдения в Астрахани.
- 1837 Организована филиальная магнитно-метеорологическая обсерватория в Тифлисе. В 1843 г. для нее было построено специальное здание. В 1867 г. обсерватория переименована в Тифлисскую физическую, а в 1924 г. — Тбилисскую геофизическую обсерваторию.

- 1837 Вышло второе издание „Руководства к деланию метеорологических наблюдений”.
- 1837 Вышел в свет первый том „Метеорологических и магнитных наблюдений, произведенных в Российской Империи”. Издание осуществлялось регулярно на средства Министерства финансов, до 1847 г. печаталось на французском языке.
- 1841 Начаты метеорологические наблюдения при Русской миссии в Пекине.
- 1842 Начаты первые метеорологические наблюдения в Туруханске.
- 1842 Начаты первые метеорологические наблюдения в Пятигорске.
- 1842 На небольшом острове (рядом с островом Ситко) по предложению Академии наук и на средства российско-американской компании построена метеорологическая обсерватория. В 1876 г. после продажи этой территории вместе с Аляской США обсерватория прекратила существование.
- 1843 Начаты первые метеорологические наблюдения на мысе Терско-Орловском, Кольский полуостров.
- 1844 Начаты первые метеорологические наблюдения в Аяне и Николаевске-на-Амуре.
- 1845 Основано Императорское Географическое общество.
- 1846 Изданы по инициативе А. Я. Купфера „Выводы из метеорологических наблюдений, сделанных в Российском государстве”.
- 1846 Изобретен анемометр с крестом Дж. Робинсона.
- 1847 Анероидная коробка Види использована в качестве чувствительного элемента в барометрах-анероидах.
- 1849 Начаты первые метеорологические наблюдения в Кисловодске.
- 1849 Учреждена Главная физическая обсерватория (ГФО) — научное учреждение, которое, согласно утвержденному Николаем I „Положению”, имело своей задачей „производство физических наблюдений и испытаний в обширном виде и вообще для исследования России в физическом отношении”.

- 1849 Открыта магнитно-метеорологическая обсерватория в Пекине, которая действовала до 1883 г.
- 1849 Издание „Метеорологические и магнитные наблюдения, произведенные в Российской Империи” переименовано в „Свод магнитных и метеорологических наблюдений, произведенных в Главной физической обсерватории и подчиненных ей обсерваториях по Высочайшему повелению”.
- 1850 Начаты актинометрические наблюдения в России.
- 1852 Начаты первые метеорологические наблюдения в Енисейске.
- 1852 Начаты первые метеорологические наблюдения в Самаре.
- 1852 Начато издание „Прибавлений к своду магнитных и метеорологических наблюдений”.
- 1854 Начаты первые метеорологические наблюдения в Краснодаре.
- 1855 Начаты первые метеорологические наблюдения в Симбирске.
- 1857 Вышла в свет книга академика К. С. Веселовского „О климате России”, в которой использовались данные 121 станции европейской и 26 станций азиатской части России.
- 1859 Начаты метеорологические наблюдения в Благовещенске.
- 1860 Начаты метеорологические наблюдения во Владивостоке.
- 1861 Г. И. Вильдом изобретен флюгер для измерения скорости и направления ветра. В 1869 г. флюгер Вильда был установлен на метеоплощадке ГФО (на метеорологических станциях России внедрен в 1871 г.).
- 1863 Начаты метеорологические наблюдения в Вильнюсе.
- 1864 Произведен обмен сведениями о погоде в России и Западной Европе по телеграфу.
- 1866 Начато издание Летописей ГФО (выходили в свет регулярно до 1917 г.).
- 1866 ГФО включена в городскую телеграфную сеть для приема и передачи сведений о погоде. В ГФО оборудовано помещение для телеграфной станции.

- 1868 Начаты метеорологические наблюдения на станции Находка.
- 1869 Представлена в Академию наук докладная записка Г. И. Вильда с предложениями по преобразованию метеорологических наблюдений в России. Записка одобрена в том же году.
- 1869 Введена новая Инструкция для метеорологических станций, подготовленная Г. И. Вильдом. До этого метеорологические наблюдения проводились по „Руководству” А. Я. Купфера (1835), которое неоднократно изменялось и переиздавалось.
- 1869 Начаты наблюдения за температурой поверхности почвы. В 1895 г. такие наблюдения проводились в 76 пунктах.
- 1869 Составлена инструкция по наблюдениям за грозами и зарницами.
- 1869—1871 Введены в состав метеорологических наблюдений наблюдения за атмосферными явлениями и определены условия для их обозначения. С 1875 г. состав этих наблюдений установился и в основном сохраняется до настоящего времени.
- 1870 В Кучино (под Москвой) начаты эпизодические наблюдения за суммарным озоном в атмосфере.
- 1870 Начаты первые актинометрические наблюдения в Москве, затем в Киеве, Слуцке, Льгове.
- 1871 На сети принят „малый” флюгер Вильда с указателем силы ветра.
- 1872 По инициативе М. А. Рыкачева и при поддержке Г. И. Вильда начато издание Ежедневного метеорологического бюллетеня.
- 1873 В Вене состоялся Международный метеорологический конгресс. Конгресс принял решение подразделять все метеорологические станции на три разряда (станции I разряда — обсерватории, выполняющие обширную программу наблюдений; станции II разряда — станции, ведущие наблюдения за атмосферным давлением, температурой и влажностью воздуха, ветром; облачностью, осадками; станции

III разряда — станции, наблюдающие за отдельными метеорологическими величинами, например осадками, грозами и т. п.). Конгресс утвердил символы для обозначения атмосферных явлений и гидрометеоров, установил определение количества облачности в баллах от 0 до 10, рекомендовал флюгер Вильда для использования на метеорологических станциях II разряда во всем мире.

- 1873 Основана астрономическая и физическая обсерватория в Ташкенте, при которой в 1876 г. была создана метеостанция (содержалась на средства туркестанского генерал-губернатора).
- 1874 Постоянный комитет Международного метеорологического конгресса рекомендовал всем странам форму изданий метеорологических наблюдений по схеме, принятой в ГФО. Конгресс утвердил международный метеорологический код.
- 1875 Введен в действие международный метеорологический код (действовал без изменений в Европе и в России до 1911 г.). Код с небольшими изменениями действует и в наши дни.
- 1875 Начаты метеорологические наблюдения на станции Корсаковский Пост (о. Сахалин).
- 1875 На синоптических картах начали проводить изобары. Значения давления на станциях стали приводить к уровню моря.
- 1875 Начаты метеорологические наблюдения на станции Кяхта.
- 1875 Направление ветра на станциях начали определять по 16 румбам, а скорость ветра — выражать в метрах в секунду.
- 1876 Г. И. Вильдом и механиком Гаслером сконструирован и изготовлен самопишущий прибор для измерения твердых осадков (омброграф).
- 1876 Опытными партиями Департамента шоссейных и водных путей России начаты стационарные гидрологические наблюдения на реках Волга и Кама у городов Самара, Чистополь, Лакшево, Тетюнь для нужд судоходства.

- 1876 В ГФО создано отделение морской метеорологии, телеграфных сообщений и штормовых предупреждений, в состав которого вошло и отделение Ежедневного метеорологического бюллетеня.
- 1876 Начаты наблюдения за уровнем воды в р. Волга от Костромы до Васильегорска.
- 1877 Начата передача штормовых предупреждений для Ладожского озера (Шлиссельбург, Новая Ладога).
- 1877 Определена высота установки термометров для измерения температуры воздуха (термометры должны устанавливаться на высоте не ниже 2 м над поверхностью почвы).
- 1877 В Уфе на р. Белая открыт первый водомерный пост. Наблюдения на посту ведутся до сих пор без перерыва.
- 1877 Начаты метеорологические наблюдения в Хабаровске.
- 1877 В Уральском обществе естествоиспытателей начаты наблюдения за датами выпадения первого снега и схода снега.
- 1878 Начаты метеорологические и морские прибрежные наблюдения в Коле, в месте впадения рек Кола и Тулона в Колский залив.
- 1878 Начата передача штормовых предупреждений для озера Ильмень (Новгород).
- 1878 Открыта Магнитно-метеорологическая обсерватория в Павловске.
- 1879 Френсисом Нифером изобретена защита дождемера. В 1887 г. защита Нифера введена на метеорологических станциях России.
- 1880 Начата регистрация продолжительности солнечного сияния в Павловской обсерватории.
- 1881 Начаты метеорологические наблюдения в Александровске-Сахалинском.



- 1882 В ГФО впервые изданы материалы метеорологических наблюдений, проведенных на судах военно-морского флота, маяках, на судах кругосветного плавания за период 1859—1880 гг. (материалы наблюдений, произведенных после 1880 г., опубликованы не были).
- 1882—1883 Проведен Первый Международный полярный год (август 1882 г. — август 1883 г.).
- 1883 Начаты регулярные метеорологические наблюдения в Верхоянске. (В 1869 г. наблюдения проводил ссыльный И. А. Худяков. В 1871 г. наблюдения были прекращены. С ноября 1871 г. наблюдения возобновил купец С. Горохов и проводил их до марта 1872 г.)
- 1884 В ГФО создан отдел проверки приборов и введена должность инспектора метеорологических станций.
- 1884 По решению Государственного совета созданы Магнитно-метеорологические обсерватории в Екатеринбурге (для руководства станциями Западной Сибири) и в Иркутске (для руководства станциями Сибири от Енисея до Дальнего Востока). Ранее Екатеринбургская обсерватория находилась в подчинении Горного ведомства.
- 1884 Опубликован капитальный труд А. И. Воейкова „Климаты земного шара, в особенности России”, получивший высокую оценку ученых всего мира.
- 1885 По инициативе и под руководством профессора А. В. Клосовского организована метеорологическая сеть на юго-западе России.
- 1885 По инициативе Дерптского (Тартуского) университета организована дождемерная сеть в Эстляндии (Эстония) и Лифляндии (Латвия) (прибалтийская дождемерная сеть), состоящая из 140 станций.
- 1886 Вышла в свет работа М. А. Рыкачева „Вскрытие и замерзание рек Российской Империи” — первая систематизированная сводка данных о вскрытии и замерзании рек, не потерявшая своего значения и до настоящего времени.
- 1887 Введена служба погоды в вечернее время и в праздники.

- 1889 Начал издаваться „Ежедневный метеорологический бюллетень”, в котором публиковались утренняя и вечерняя карты, обзор и метеорологические данные за три срока.
- 1890 Начаты регулярные наблюдения за вскрытием и замерзанием водоемов в России. В 1895 г. было 1503 пункта наблюдений.
- 1891 Метеорологические станции II разряда разделены на станции 1-го и 2-го классов.
- 1891 Начато создание сети метеорологических станций для обслуживания строящейся Сибирской железной дороги. Руководство работой станций поручено Иркутской обсерватории.
- 1892 Начата подготовка предупреждений о метелях для обслуживания железных дорог.
- 1892 В ГФО организовано отделение „Ежемесячного” и „Еженедельного” бюллетеней.
- 1892 Начата публикация результатов наблюдений за снежным покровом в Летописях ГФО. В 1895 г. в России было 1222 станции, на которых велись наблюдения за снежным покровом.
- 1892 Создано отделение метеорологических наблюдений при Ташкентской обсерватории, в задачу которого входило создание сети метеорологических станций в Средней Азии.
- 1893 Открыт первый водомерный пост на р. Чулым у г. Ачинска (р. Обь). Этим было положено начало стационарных гидрологических наблюдений в Сибири.
- 1893 Начаты регулярные актинометрические наблюдения в Павловской обсерватории. Наблюдения организованы по инициативе О. Д. Хвольсона — создателя абсолютного пиргелиометра и относительного актинометра.
- 1894 Организовано наблюдение за уровнем воды в р. Амур в селах Покровка и Черняево.
- 1894 Под руководством Б. И. Срезневского организована Среднерусская, или Центральная, метеорологическая сеть.

- 1894 В отделе поверки ГФО организована поверка метеорологических приборов других учреждений и частных лиц (за плату).
- 1895 В Курске учреждена Семеновская метеорологическая обсерватория.
- 1895 Учреждена метеорологическая сеть уфимским губернским земством. Сеть состояла под наблюдением уфимского агронома.
- 1896 На заседании Комиссии по применению воздухоплавания, голубиной почты и сторожевых вышек в военном деле был поставлен вопрос об организации метеорологических станций в воздухоплавательных отрядах и производстве наблюдений за температурой воздуха и направлением ветра „по возможности на различных высотах”.
- 1896 Начаты актинометрические наблюдения в Екатеринбурге, на реках Амур и Шилка в Забайкалье.
- 1896 Издан Международный атлас облаков (в России Атлас облаков издан ГФО в 1898 г.).
- 1896 Начало изучения гидрологического режима рек.
- 1897 В Павловской обсерватории для определения нижней границы облаков производились запуски воздушных змеев.
- 1898 В Павловской обсерватории установлен грозоотметчик А. С. Попова для контроля наблюдений за грозами.
- 1898 Опубликовано Постановление о стандартизации метеорологических наблюдений, проводимых на всех метеорологических сетях. Для координации работ предложено регулярно созывать метеорологические съезды. Данные всех метеорологических наблюдений должны высылаться в ГФО.
- 1900 Государственной Думой России принято решение о выделении средств на организацию службы наводнений в Петербурге.
- 1900 Открыт гидрологический пост Нижне-Шадринское (бассейн р. Енисей).

- 1900 К 50-летию ГФО издан „Климатический атлас Российской Империи”, в котором использованы наблюдения 729 станций России.
- 1901 Установлена прямая связь ГФО с Главным телеграфом для получения экстренных депеш с побережья Балтийского моря.
- 1901 В Петербурге состоялся Первый метеорологический съезд, обсудивший вопросы введения на сети новых приборов, расширения состава наблюдений и организации специальной подготовки наблюдателей.
- 1901 Начата публикация в Летописях ГФО дат первого и последнего заморозков, первого и последнего выпадения снега.
- 1903 ГФО получила право на экстренные телеграфные запросы станций Балтийского моря о состоянии погоды во время угрозы наводнений для Санкт-Петербурга.
- 1905 Введены (временно на 3 месяца) ночные дежурства в службе погоды.
- 1906 Начаты наблюдения за нижней границей облаков в Павловской обсерватории в ночное время (с помощью прожекторной установки).
- 1907 Начато получение метеорологических телеграмм с о. Исландия.
- 1908 Начаты наблюдения за озоном в приземном слое.
- 1909 Создана Курская губернская метеорологическая сеть.
- 1909 Состоялся Второй метеорологический съезд, уделивший много внимания работе метеорологической сети России.
- 1910 Регулярные актинометрические наблюдения в России велись на 5 станциях.
- 1910 Организована метеорологическая станция при Севастопольской школе авиации, открытой в этом же году.
- 1912 Созданы аэрологические отделы при филиальных обсерваториях ГФО.
- 1912 Создано метеорологическое бюро в Благовещенске.

- 1912 Учреждена Гидрометслужба Северного Ледовитого океана и Белого моря во главе с центральной станцией в Архангельске.
- 1912—1914 В Павловской магнитно-метеорологической обсерватории начата непрерывная регистрация прямой солнечной, рассеянной и эффективной радиации при помощи отечественных приборов.
- 1912 Создано отделение синоптических работ в ГФО.
- 1912 В синоптическую практику введен метод изаллобар.
- 1913 Открыта Владивостокская метеорологическая обсерватория.
- 1913 В Павловской обсерватории начаты наблюдения за количеством облаков нижнего яруса.
- 1913 ГФО стала получать радиограммы с данными метеорологических наблюдений с о. Шпицберген.
- 1913 Организованы службы погоды в Архангельске, Феодосии, Баку и Владивостоке.
- 1914 Начало передачи регулярных радиограмм с данными метеорологических наблюдений с трех станций побережья Карского моря: Вайгач, Маре-Сале, Югорский Шар.
- 1914 В ГФО введена в строй аэродинамическая труба для проверки ручных анемометров.
- 1914 В Павловской обсерватории начаты регулярные наблюдения за атмосферным электричеством в приземном слое.
- 1914 Созданы губернские метеорологические бюро в Самаре и ряде городов Поволжья, на базе которых в 1931 г. были созданы гидрометкомитеты.
- 1915 Издана книга прапорщика Н. Н. Калитина „Курс метеорологии для военной авиационной школы в Петербурге” — первый в России учебник по авиационной метеорологии для летчиков и воздухоплавателей.
- 1915 Издана книга С. Д. Охлябинина „Метеорологические приборы. Производство и обработка наблюдений” в двух частях — первая в России книга для подготовки наблюдателей.

- 1915 Начато составление ледовых прогнозов по Белому морю.
- 1915 Создана служба погоды Закавказья в Тифлисской географической обсерватории.
- 1915 Создано Главное военно-метеорологическое управление (Главмет) — служба погоды для нужд фронта. В состав Главмета входили отделы службы погоды, военно-метеорологических станций, инструментальный. При штабах армий введены должности метеорологов.
- 1916 Главметом разработана „Временная инструкция об обязанностях метеоролога фронта”.
- 1916 В ГФО организованы мастерские для изготовления метеорологических приборов.
- 1916 Начаты наблюдения за химическим составом воды на р. Волга у г. Ярославля.
- 1916 Начало передачи регулярных радиogramм с данными метеорологических наблюдений метеостанции о. Диксон.
- 1916 В ГФО открыта литография для печатания данных метеорологических наблюдений и бланков для их записи.
- 1916 Созданы Военно-метеорологические ячейки при каждой армии (позже они стали называться Военно-метеорологическим отделением армии).
- 1916 Утверждена „Инструкция походным аэронавигационным станциям по производству аэрологических наблюдений”, в соответствии с которой срочные наблюдения проводились три раза в день: 7 ч утра, 1 ч дня и 9 ч вечера; утром производилось определение ветра на высотах с помощью шара-пилота, кроме того, ветер определялся перед каждым вылетом. Инструкция явилась первым руководством по работе авиационных метеостанций.
- 1916 Создана Центральная аэронавигационная станция (ЦАС), которая подчинялась заведующему авиацией и воздухоплаванием действующей армии. Заведующим ЦАС был назначен прапорщик летчик-наблюдатель А. А. Фридман. ЦАС в 1917 г. переведена из Киева в Москву; на базе ЦАС был создан завод „Авиаприбор”.

- 1916 Утверждено первое положение об авиационной метеорологической службе в действующей армии под названием „Сведения об аэронавигационной службе в авиационных частях”.
- 1917 Состоялся Первый сибирский метеорологический съезд. Съезд проходил в Иркутске и был первым метеорологическим съездом в советское время.
- 1917 Издана монография Ю. М. Шокальского „Океанография”.
- 1918 При Главном военно-метеорологическом управлении (Главмет) организовано Московское бюро погоды для обслуживания запросов Красной Армии, а затем и для обеспечения нужд народного хозяйства одиннадцати губерний Центрально-промышленной области.
- 1918 Составлена первая карта погоды в Московском бюро погоды. С 1 мая начались передачи по радио прогнозов и обзоров погоды.
- 1918 В составе Главного гидрографического управления организованы Управления по обеспечению безопасности кораблевождения на флотах, имеющие в своем составе гидрометеорологические отделы, которым подчинялись морские обсерватории и гидрометеорологические станции. В 1935 г. Управления были реорганизованы в гидрографические отделы флотов.
- 1918 Мастерским ГФО на развитие работ по приборостроению СНК РСФСР выделено 360 тыс. руб.
- 1919 В ГФО с целью составления климатологического описания страны и подготовки к изданию Климатического атласа создан отдел климатологии.
- 1919 Создано Центральное бюро погоды как научный отдел ГФО.
- 1919 В ГФО создано отделение экспериментальной геофизики.
- 1919 По Постановлению коллегии Наркомпроса РСФСР в Петрограде создан Российский гидрологический институт, ныне Государственный гидрологический институт (ГГИ) — научный и методический центр гидрологических исследований в нашей стране.

- 1920 Приказом ВСНХ создана Северная научно-промысловая экспедиция, реорганизованная затем в Институт изучения Севера (1925 г.), в 1930 г. — во Всесоюзный арктический институт. С 1939 г. — Арктический научно-исследовательский институт (АНИИ), а с 1959 г. — Арктический и антарктический научно-исследовательский институт (ААНИИ).
- 1920 В Москве организована Аэрологическая обсерватория. По инициативе В. И. Виткевича в этом же году начато систематическое самолетное зондирование атмосферы.
- 1920 В ГФО по инициативе А. А. Фридмана было создано математическое бюро, преобразованное в отдел теоретической метеорологии, где были начаты исследования атмосферных процессов на основе применения законов термогидродинамики.
- 1920 По приказу Военного ведомства организована Центральная аэрологическая московская станция, расположившаяся в имении Замятина Троицкой волости, Калининского уезда. В апреле 1921 г. в распоряжение станции был передан для исследования высоких слоев атмосферы 21-й авиационный отряд.
- 1920 При Российском гидрологическом институте организовано гидролого-синоптическое бюро, в котором начато составление гидрологических прогнозов. Впоследствии в ГГИ был организован отдел гидрологических прогнозов, на основе которого была создана всесоюзная служба гидрологических прогнозов.
- 1921 Вышло постановление Совета труда и обороны за подписью В. И. Ленина, обязывающее Наркомпочтель передавать метеорологические сведения по телеграфу „в порядке боевых заданий вне всякой очереди”.
- 1921 Подписан Декрет СНК РСФСР „Об организации метеорологической службы в РСФСР”, положивший начало организации центральной Гидрометслужбы СССР.
- 1921 Государственным ученым советом Аэродинамический институт в Кучино (основанный Д. А. Рябушинским в 1904 г.) реорганизован и назван Московским институтом космической физики. В состав института вошла в 1923 г. Кучинская



- 1921 гидрологическая станция. В 1924 г. институт объединен с Московской метеорологической обсерваторией (директор С. И. Небольсин), Московской аэрологической обсерваторией (директор В. И. Виткевич) и получил название Государственного научно-исследовательского геофизического института — ГНИГИ (директор С. Л. Бастамов). Более 10 лет он являлся вторым в стране (после ГФО) по величине и объему исследований геофизическим институтом. Некоторое время он существовал под названием Государственного гидрофизического института (ГГФИ).
- 1921 Принят Декрет СНК РСФСР „О передаче военно-метеорологического отдела (Главмета) из ведения Наркомата по военным делам в ведение Наркомпроса”. Отдел был включен в состав ГФО в качестве отдела военной метеорологии, задачей которого было „содействие военному ведомству по разработке вопросов, связанных с применением метеорологии к военному делу”.
- 1921 Принят декрет об организации Украинской метеорологической службы (Укрмет). В 1927 г. Укрмет стал называться Управлением метеорологической и гидрологической службы УССР, а в 1929 г. реорганизован в Гидрометкомитет (ГМК) УССР при СНК УССР.
- 1921 В Ташкенте создан Туркестанский метеорологический институт (Туркмет), который в 1926 г. реорганизован в Среднеазиатский метеорологический институт (Средазмет), в 1929 г. преобразован в Гидрометкомитет Средней Азии, а в 1933 г. — в Управление единой гидрометслужбы Узбекской ССР. В 1936 г. из него выделились Управления гидрометслужбы Таджикской и Туркменской ССР.
- 1921 В Туркмете создан синоптический отдел, преобразованный в 1932 г. в Ташкентское бюро погоды.
- 1921 Организован Научно-мелиоративный институт при Наркомземе РСФСР, в круг задач которого также входила разработка проблемы вызывания искусственного дождя.
- 1921 Организован морской отдел Российского гидрологического института. На базе этого отдела впоследствии был создан Государственный океанографический институт.

- 1922 Спущено на воду первое советское научно-исследовательское судно „Персей” Плавучего морского института (Плавморина). В 1941 г. „Персей” погиб на Мурманском рейде при налете немецко-фашистской авиации.
- 1922 В ГФО начато регулярное составление долгосрочных прогнозов погоды под руководством Б. П. Мультиановского.
- 1922 Создана Гидрометчасть (Центральное метеорологическое бюро) в составе Центрального управления морского транспорта НКПС (ЦУМОРА).
- 1922 При опытном Московском аэродроме создано аэронавигационное отделение. На его основе создана Центральная аэронавигационная станция (ЦАНС).
- 1923 Созданы областное метеорологическое бюро на территории Казахстана и Северо-Кавказское краевое метеорологическое бюро в Ростове-на-Дону.
- 1923 В Петроградском геофизическом институте организована первая в стране кафедра гидрологии. С 1925 г. находится в составе географического факультета ЛГУ.
- 1923 Вышла в свет книга П. А. Молчанова „Атмосфера”.
- 1923 Начаты наблюдения на открытой гидрометеорологической станции и геофизической обсерватории в Маточкином Шаре.
- 1923 Начаты регулярные шаропилотные наблюдения в Екатеринбурге.
- 1923 На Новой Земле открыта первая советская полярная радиостанция Маточкин Шар. В 1924 г. преобразована в Полярную геофизическую обсерваторию.
- 1923 Начато составление морских гидрометеорологических прогнозов под руководством В. Ю. Визе.
- 1923—1928 Проведены океанографические экспедиции по комплексному изучению Черного моря под руководством Ю. М. Шокальского.
- 1924 В Павловске установлены приборы для непрерывной регистрации радиоактивности воздуха.

- 1924 На базе Центрального бюро ГФО создано Северо-Западное бюро погоды (СЗБП).
- 1924 Создано актинометрическое отделение ГФО.
- 1924 В Ленинграде состоялся I Всероссийский (Всесоюзный) гидрологический съезд, определивший пути научных и практических исследований в области гидрологии.
- 1924 В Киеве начал издаваться научно-популярный журнал „Погода и життя” („Погода и жизнь” на украинском языке). Последний номер вышел в 1935 г.
- 1924 Летчиком Б. Г. Чухновским произведена первая авиаразведка арктических льдов вдоль восточного побережья Новой Земли.
- 1924 Создано актинометрическое отделение в Павловской магнитно-метеорологической обсерватории под руководством Н. Н. Калитина.
- 1924 Главная физическая обсерватория переименована в Главную геофизическую обсерваторию (ГГО). Утверждено новое (первое в советское время) положение о ГГО, определившее задачи обсерватории как центрального органа по объединению и руководству геофизическими (метеорологическими) исследованиями и наблюдениями в России.
- 1924 Начались передачи прогнозов погоды по радио.
- 1924 Организовано метеорологическое бюро при Наркомземе Белорусской ССР. В 1930 г. создан Гидрометкомитет при СНК БССР.
- 1924 Начаты работы Среднеазиатского метеорологического института по изучению ледников.
- 1925 В Москве состоялся Первый Всероссийский геофизический (третий метеорологический) съезд.
- 1925 Создано бюро погоды в Екатеринбурге.
- 1925 Вышел в свет первый номер журнала „Климат и погода”, издаваемого в ГГО для наблюдателей. В 1935 г. выпуск журнала прекращен.

- 1925 Вышел в свет учебник М. А. Великанова „Гидрология суши”.
- 1925 Начаты регулярные гидрологические наблюдения на Кольском полуострове.
- 1925 Отделу военной метеорологии ГГО приказом Реввоенсовета республики поручено организовать одногодичные курсы для подготовки военных метеорологов и аэрологов ВВС.
- 1925 Создана Постоянная актинометрическая комиссия при ГГО (ПАК). Регулярно издавался „Бюллетень ПАК”.
- 1925 Открыт Метеорологический музей при ГГО.
- 1925 Образована метеорологическая служба Главного курортного управления Наркомздрава.
- 1926 Центральная аэронавигационная станция реорганизована в Главную аэрометеорологическую станцию (ГАМС ВВС), которая стала центром военной авиационной метеорологии страны.
- 1926 Создано Северо-Кавказское гидрологическое бюро.
- 1926 По Постановлению СНК РСФСР в Свердловске открыто Уральское областное сельскохозяйственное метеорологическое бюро.
- 1926 Российский гидрологический институт переименован в Государственный гидрологический институт (ГГИ).
- 1926 Опубликована первая карта норм речного стока европейской части России, послужившая основой для водохозяйственного проектирования.
- 1927 Произведена первая авиаразведка льдов Белого моря.
- 1927 Издан „Климатический атлас температуры воздуха европейской части СССР”, составленный в ГГО Е. С. Рубинштейн.
- 1927 Создано бюро погоды Северного Кавказа в г. Ростове-на-Дону.
- 1927 Издана книга В. Н. Оболенского „Метеорология”.
- 1927 Проведена первая советская гляциологическая экспедиция, исследовавшая Зеравшанский ледник.

- 1927 Созданы Кубанское окружное и Новосибирское краевое метеобюро.
- 1927 Начаты агрометеорологические наблюдения в г. Красноярске по инициативе Краевого общества.
- 1927 В Ленинграде на базе мастерских ГГО образован завод „Метприбор“.
- 1927—1929 ГГИ совместно с гидрологическим отделом Средазмета выполнены большие экспедиционные исследования в районе трассы Туркестано-Сибирской железной дороги.
- 1928 Начаты первые шаропилотные наблюдения в г. Красноярске.
- 1928 Открыта геофизическая обсерватория в Якутске.
- 1928 В Ленинграде состоялся II Всероссийский гидрологический съезд.
- 1928 На острове Большой Ляховский вступила в строй первая на советском северо-востоке высокоширотная геофизическая обсерватория.
- 1928 На базе Владивостокской метеорологической обсерватории и метеорологического бюро в г. Благовещенске организована Дальневосточная геофизическая обсерватория, реорганизованная в 1930 г. в Дальневосточный геофизический институт (Геофизин). В 1933—1934 гг. на базе Геофизина было организовано три дальневосточных управления Гидрометслужбы.
- 1928 Организована служба гидрологических оповещений Днепро-Днепростроя, ставшая центром разработки методики гидрологических прогнозов на Украине.
- 1929 На острове Гукера в бухте Тихой открыта самая северная полярная станция.
- 1929 Северо-Западное бюро погоды начало издавать ежедневный бюллетень для северо-западного района СССР.
- 1929 Образован Гидрометкомитет СССР при СНК СССР, объединивший все существующие на территории Союза ССР метеорологические, гидрологические и гидрометеорологические службы.

- 1929 Открыта первая в СССР высокогорная метеостанция Тянь-Шань (на высоте 3600 м над уровнем моря).
- 1929 Осуществлен рекордный перелет С. А. Шестакова и Б. В. Стерлигова из Москвы в Нью-Йорк через Сибирь и Тихий океан. Метеорологическое обслуживание перелета обеспечивалось органами Гидрометслужбы.
- 1930 В Аэрологической обсерватории в Павловске запущен первый в мире радиозонд конструкции П. А. Молчанова. Наступила новая эпоха в исследовании атмосферы, которая привела впоследствии к возникновению новых методов анализа и прогноза состояния атмосферы.
- 1930 На базе Московского бюро погоды и службы погоды при ГГО создано в Москве Центральное бюро погоды СССР, с 1936 г. — Центральный институт погоды, с 1943 по 1965 г. — Центральный институт прогнозов (ЦИП).
- 1930 СНК СССР принял Постановление об участии Гидрометкомитета СССР в Международной метеорологической организации (ММО).
- 1930 В Нижнем Новгороде Губернским земским управлением было создано Гидрометбюро.
- 1930 Открыты Московский, Ростовский и Владивостокский гидрометеорологические техникумы.
- 1930 Открыт первый в Советском Союзе и в мире Московский гидрометеорологический институт (МГМИ), в 1944 г. переведен в Ленинград (ЛГМИ). В 1947 г. институт передан в ведение Министерства высшего и среднего специального образования РСФСР.
- 1930 Начата передача Екатеринбургским бюро погоды прогнозов погоды по Уралу через Екатеринбургскую радиовещательную станцию.
- 1930 На базе отделения актинометрии ГГО образован Институт актинометрии и атмосферной оптики в Павловске (с 1930 по 1986 г. — отдел актинометрии ГГО).

- 1930 Декретом СНК СССР Государственный гидрологический институт передан из Наркомзема в ведение Гидрометкомитета СССР и утвержден в качестве учреждения государственного значения.
- 1930 Создана гидрологическая сеть на Урале.
- 1930 При Московском центральном аэроинституте им. М. В. Фрунзе образована метеорологическая группа по обслуживанию полетов транспортных самолетов Гражданского воздушного флота (ГВФ), преобразованная в бюро оповещения Центрального бюро погоды, а затем в Центральную аэрометеорологическую станцию (ЦАМСГ), обслуживающую ГВФ, ныне Московский главный авиаметеорологический центр (МГАМЦ) в аэропорту Внуково. Организация станции способствовала развитию авиационной метеорологии, ЦАМСГ также осуществлялось обслуживание многих ответственных перелетов.
- 1930 В Казахстане открыта первая „пустынная” метеостанция Курты.
- 1930 Создан Гидрометеорологический комитет Центрально-Черноземных областей (ЦЧО).
- 1930 Образованы Гидрометкомитеты при СНК союзных и автономных республик. В декабре 1936 г. при союзных Гидрометкомитетах организованы ГИМЕИНЫ — гидрометеорологические институты, имевшие целью изучение гидрометеорологического режима, подготовку в печать, издание материалов наблюдений на обслуживаемой соответствующим Гидрометкомитетом территории.
- 1930 На базе географического отдела Постоянной комиссии по изучению естественных производительных сил СССР (КЕПС) создан Геоморфологический институт АН СССР, преобразованный в 1934 г. в Институт физической географии, а в 1937 г. — в Институт геофизики АН СССР.
- 1930—1932 В. И. Михелем и С. И. Троицким установлена связь перемещения циклонов и антициклонов в средней тропосфере с направлением и скоростью ветра на высотах, введено понятие воздушного потока, сформулировано правило ведущего потока.

- 1930—1932 В практику работы службы погоды СССР внедрен метод фронтологического анализа синоптических процессов при составлении прогнозов погоды на сроки 03 и 15 ч среднего гринвичского времени. Введен новый метеорологический код (копенгагенский).
- 1931 Создана служба предупреждений заморозков на Урале.
- 1931 Отдел поверки ГГО преобразован в Институт поверки ГГО.
- 1931 В Самаре создан Краевой гидрометкомитет Средне-Волжского края.
- 1931 Создано бюро погоды при Краевом гидрометкомитете Средне-Волжского края с целью методического руководства оперативными гидрометеорологическими подразделениями и составления метеорологических прогнозов для народнохозяйственных организаций.
- 1931 Создан Северо-Кавказский гидрометеорологический комитет, позже переименованный в Северо-Кавказское УГМС.
- 1931 Начато составление гидрологических прогнозов по р. Волга в Нижнем Новгороде.
- 1931 Принято постановление СНК СССР о передаче Гидрометкомитета СССР в ведение Наркомзема СССР при сохранении его как централизованной системы, обслуживающей все отрасли народного хозяйства и обороны страны.
- 1931 Вышло постановление Госплана СССР „О составлении Водного кадастра СССР”. Водный кадастр был составлен и опубликован в 1934—1940 гг.
- 1931 Постановление коллегии Наркомзема СССР „О постановке гидрометеорологической службы”, которым определялись разносторонние мероприятия по дальнейшему развитию Гидрометслужбы (расширение сети станций, участие Гидрометкомитета СССР во Втором Международном полярном годе и др.).
- 1931 В Москве состоялась Всесоюзная конференция по борьбе с засухой, на которой обсуждались вопросы проведения в широких масштабах снегозадержания и искусственного образования осадков.



- 1931 Издан „Атлас промышленности СССР”, вып. 5, ч. 1, включающий климатические карты СССР, составленные ГГО.
- 1931 В Ленинграде под руководством В. Н. Оболенского организован Ленинградский институт экспериментальной метеорологии (ЛИЭМ). В 1942 г. институт был влит в состав ГГО.
- 1931 П. А. Молчановым разработана (ГГО) первая в мире конструкция автоматической метеостанции. Станция испытывалась в 1933 г. на Земле Франца-Иосифа (в бухте Тихой) и на Памире.
- 1931—1932 Издан подготовленный в ГГО „Климатологический справочник СССР — Температура воздуха СССР” в двух томах.
- 1931—1932 С. В. Воскресенским и В. В. Кузнецовым сконструирован и испытан на Неве в октябре 1932 г. первый прибор, автоматически передающий показания уровня воды.
- 1932 Начаты метеорологические наблюдения на станции бухта Тикси.
- 1932 Создано Мурманское бюро погоды.
- 1932 Начаты составления штормовых предупреждений о сильных ветрах, граде, заморозке, туманах.
- 1932 Открыт Харьковский гидрометеорологический институт. В 1944 г. институт переведен в Одессу и реорганизован в Одесский гидрометеорологический институт (ОГМИ).
- 1932 В Свердловском бюро погоды создано бюро оповещения для метеорологического обслуживания аэропорта.
- 1932 Создано Уральское бюро водного кадастра.
- 1932 Круглосуточное дежурство введено в Северо-Западном бюро погоды.
- 1932 Начала развиваться сеть полярных актинометрических станций, первые из них — в бухте Тикси, на островах Диксон и Уединения.
- 1932 Организовано Читинское бюро погоды. Составлена первая синоптическая карта.

- 1932 Открыта АМС Оха (о. Сахалин) для обеспечения полетов гидросамолетов.
- 1932 Издан „Климатический атлас СССР”, составленный в ГГО. Раздел „Давление и ветер” подготовлен А. А. Каминским, раздел „Температура воздуха в Азиатской части СССР” — Е. С. Рубинштейн.
- 1932 На базе Центрального бюро погоды СССР создано Центральное авиаметбюро.
- 1932—1933 Проведен Второй Международный полярный год (МППГ). По программе Второго МППГ в СССР работали 115 станций, проведено 15 морских экспедиций.
- 1933 Постановлением ЦИК и СНК СССР Гидрометкомитет СССР и РСФСР при Наркомземе СССР был преобразован в Центральное управление единой гидрометеорологической службы СССР (ЦУЕГМС), состоящее при Наркомземе СССР.
- 1933 СНК СССР утверждено „Положение о Центральном управлении единой метеорологической службы при Наркомземе СССР”.
- 1933 Начаты первые метеорологические наблюдения на станции Амдерма.
- 1933 Создан Всесоюзный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО) Министерства рыбного хозяйства СССР.
- 1933 В Уфе создано управление Гидрометслужбы. При управлении создана синоптическая группа.
- 1933 Открыта Высокогорная метеорологическая обсерватория на леднике Федченко (4200 м над уровнем моря).
- 1933 В Центральном бюро погоды СССР составлен первый агрометеорологический прогноз — прогноз сроков созревания ржи.
- 1933—1934 Начаты инструментальные наблюдения за влажностью почвы на сети метеорологических станций.

- 1933—1935 В ГГИ С. В. Воскресенским и В. В. Кузнецовым сконструирована и испытана автоматическая радиогидрологическая станция.
- 1934 Создано Камчатское управление ЕГМС.
- 1934 14 февраля создан редакционно-издательский отдел Центрального управления единой гидрометслужбы СССР (впоследствии — „Гидрометеиздат“).
- 1934 На территории Красноярского края создано Красноярское управление гидрометслужбы.
- 1934 Создано Северное управление гидрометслужбы.
- 1934 Создано Хабаровское управление гидрометслужбы.
- 1934 Создан синоптический пост при Управлении Пермской железной дороги.
- 1934 При аэропортах в Самаре, Саратове, Пензе созданы бюро оповещения для метеорологического обеспечения полетов самолетов. На базе бюро оповещения в дальнейшем создаются авиаметстанции.
- 1934 Организована Валдайская стоковая станция ГГИ, преобразованная впоследствии в Научно-исследовательскую экспериментальную гидрологическую лабораторию (ВНИГЛ) ГГИ.
- 1934 Создано бюро метеорологических оповещений в ленинградском аэропорту.
- 1934 На специальной сети станций началось регулярное вертикальное зондирование атмосферы с помощью самолетов-зондировщиков.
- 1934 В Мурманском бюро погоды создана синоптическая группа в составе синоптика, техника и радиста для обслуживания сельдяной путины.
- 1934 Создана постоянная Комиссия по исследованию стратосферы при АН СССР под руководством С. И. Вавилова.
- 1934 Вышел в свет учебник С. П. Хромова „Введение в синоптический анализ“.

- 1934 Начато составление суточных прогнозов погоды в Нижнем Новгороде.
- 1934—1935 На сети аэрологических станций СССР начаты наблюдения с использованием метода радиозондирования.
- 1934—1935 Проведены первые наблюдения за атмосферным озоном в Кучино (вблизи Москвы). В 1952 г. регулярные измерения общего содержания озона в атмосфере начаты в ГГО, в 1961 г. начата организация сети озонметрических станций.
- 1934—1936 В районе Гагры проведены организованные ЛИЭМом первые опыты по искусственному воздействию на облака и осадки путем введения в облака измельченных частиц (льда, песка) и применения методов электризации.
- 1935 Состоялась Всесоюзная конференция по проблемам изучения стратосферы, созванная АН СССР.
- 1935 Начал выходить научно-технический журнал „Метеорология и гидрология“.
- 1935 Разработан в ЛГУ дымкомер В. В. Шаронова.
- 1935 В ГГО и ГГИ созданы конструкторские бюро.
- 1935 При Главсевморпути организовано междуведомственное бюро ледовых прогнозов. В состав бюро входили Н. Н. Зубов и В. Ю. Визе.
- 1935 Начата организация метеорологических станций в горах Сихотэ-Алиня.
- 1935 Создан отдел метеорологии в Красноярском управлении ЕГМС.
- 1935 Организовано Куйбышевское управление ЕГМС для изучения гидрохимического режима рек Волжского бассейна.
- 1935 Начато регулярное самолетное зондирование атмосферы в Куйбышевском управлении ЕГМС.
- 1935 Создана Куйбышевская геофизическая обсерватория.
- 1935 Создано бюро поверки в Северо-Кавказском управлении ЕГМС.
- 1935 Создан радиометцентр Ростовского бюро погоды.

- 1935 Начаты регулярные наблюдения за атмосферным электричеством в Уральском управлении ЕГМС.
- 1935 Начато регулярное радиозондирование атмосферы в Самаре.
- 1935 Создана первая в СССР сеть радиозондирования, работающая на постоянной основе и состоящая из 17 аэрологических станций.
- 1935 Осуществлен переход метеорологических наблюдений с 3 сроков на 4 срока (01, 07, 13, 19 ч по среднему солнечному времени). Одновременно на метеостанциях введены непрерывные в течение суток дежурства наблюдателей.
- 1935—1936 В Хабаровском крае организованы три таежные (лесные) метеостанции.
- 1936 Начато радиозондирование в Забайкалье.
- 1936 Центральное бюро погоды преобразовано в Центральный институт погоды.
- 1936 По решению ЦИК и СНК СССР от 14 ноября 1936 г. организовано Главное управление гидрометслужбы СССР при СНК СССР (ГУГМС). ГУГМС СССР при СНК СССР фактически начало функционировать с 1 января 1937 г.
- 1936 В Амдерме на базе радиостанции создан радиометцентр.
- 1936 Создана Мурманская геофизическая обсерватория.
- 1936 В Бюллетень АВ-5 начали вносить сведения о фактическом и прогнозируемом распределении ветра с высотой.
- 1936 Создана группа прогнозов погоды в Красноярском управлении ЕГМС.
- 1936 Создана Петропавловская морская обсерватория.
- 1936 Начаты наблюдения за испарением с водной поверхности с помощью испарителя ГИ-3000.
- 1937 В Ленинграде открыт музей Арктики (с 1958 г. — музей Арктики и Антарктики).

- 1937      Организованы пункты радиозондирования в Хабаровске и Владивостоке.
- 1937      Начала работать дрейфующая станция „Северный полюс-1” (СП-1) в составе И. Д. Папанина (начальник), Е. К. Федорова, Е. П. Ширшова и Э. Т. Кренкеля.
- 1937      Управление ЕГМС Курской области реорганизовано в Курское отделение Московского УГМС.
- 1937      Э. Т. Кренкелем по радио передана первая в мире сводка погоды из района Северного полюса: „Метео № 1 06 часов 3 пояса давление 761 температура минус 12 ветер 8 метров западный Гринвича порывистый туман солнце скрывается видимость 1 километр слабый снег”.
- 1937      Управление ЕГМС Воронежской области реорганизовано в Воронежское отделение Московского УГМС.
- 1937      Вышел из печати первый том Большого советского атласа мира с климатическими картами земного шара, составленными в ГГО.
- 1937      Создано Читинское (ныне Забайкальское) управление гидрометслужбы.
- 1937      Служба погоды СССР обеспечила метеосопровождение первого в мире трансконтинентального беспосадочного перелета по маршруту Москва—Ванкувер через Северный полюс на самолете АНТ-25 экипажа в составе В. А. Чкалова, Г. В. Гайдукова и А. В. Белякова. Экипаж преодолел 9130 км за 63 ч 16 мин. В ходе полета получены ценные сведения о структуре циклонов и об условиях полетов в Центральной Арктике.
- 1937      Создана Ростовская геофизическая обсерватория.
- 1937      Организован Институт теоретической геофизики АН СССР (в 1946 г. объединен с Сейсмологическим институтом и получил название Геофизического института АН СССР).
- 1937      В Центральном институте погоды создан отдел морских гидрометеорологических прогнозов.
- 1937      Создано бюро погоды в Амдерме.

- 1937 Издан подготовленный Агрогидрометеорологическим институтом „Мировой агроклиматический справочник” (единственное в мире издание подобного рода).
- 1938 Состоялось Первое Всесоюзное совещание по актинометрии.
- 1938 Закончен дрейф станции СП-1, продолжавшийся 274 дня. 19 февраля 1938 г. в 16 ч из лагеря была послана последняя радиограмма.
- 1938 Начаты работы по составлению гидрологических ежегодников.
- 1938 Начато изучение химического состава природных вод в Уральском УГМС.
- 1938 Создано Якутское управление гидрометслужбы на базе полярного отдела Якутского территориального управления ГУГМС.
- 1938 Проведен из района Долгопрудный Московской области одновременный запуск 25 аэростатов, эшелонированных на различных уровнях.
- 1938 Издана книга Н. Н. Калитина „Актинометрия”.
- 1938 Впервые начато заводское изготовление гидрометрических вертушек на Тбилиском заводе гидрометприборов (до 1938 г. вертушки выпускались мастерскими в г. Аксай Ростовской области).
- 1939 Открыта АМСГ в Улан-Удэ.
- 1939 Образован Институт мерзлотоведения АН СССР, впоследствии ему присвоено имя В. А. Обручева.
- 1940 В Государственном оптическом институте разработан нефелометр — прибор для измерения мутности атмосферы (использовался для измерения дальности видимости).
- 1940 Уточнена структура Гидрометслужбы: в каждой союзной республике создано одно (республиканское) Управление гидрометслужбы — центральный орган службы в союзной республике, подчиненный непосредственно ГУГМС.

- 1940 Служба прогнозов СССР приступила к составлению карт барической топографии.
- 1940 Создано Горьковское УГМС.
- 1940 На базе Центрального института погоды создана Гидрометслужба Министерства путей сообщения.
- 1940 Из ГГО выделился Научно-исследовательский институт земного магнетизма. Переведен в Министерство связи, а с 1958 г. в АН СССР.
- 1940 Разработаны первые оперативные методы прогноза элементов половодья, вскрытия и замерзания вод в Красноярском УГМС.
- 1941 В бюро погоды начато внедрение в практику прогнозирования карт барической топографии: АТ<sub>850</sub>, АТ<sub>700</sub>, АТ<sub>500</sub>, ОТ<sub>1000</sub><sup>500</sup>.
- 1941 Начато радиозондирование атмосферы в Красноярске.
- 1941 На базе аэрологической обсерватории Центрального института погоды (существовавшей с 1940 г.) создана Центральная аэрологическая обсерватория (ЦАО) в Долгопрудном.
- 1941 Создано на базе Центрального института погоды Агрометбюро Наркомзема.
- 1941 Постановлением Государственного Комитета Оборона и приказом Ставки Верховного Главнокомандующего Вооруженными Силами СССР „О подчинении Главного управления Гидрометслужбы СССР при СНК СССР Народному Комиссариату Оборона СССР” создано ГУГМС Красной Армии, которому были подчинены все органы Гидрометслужбы, Метеорологическое управление ГУ ВВС КА, Главная авиаметеорологическая станция ВВС (ГАМС ВВС), отдел Гидрометслужбы НК ВМФ. Одновременно с этим Управление по обслуживанию сельского хозяйства ГУГМС было передано в Наркомзем СССР.
- 1941—1943 Созданы заводы гидрометеорологического приборостроения в Свердловске, Москве, Ташкенте.
- 1941—1945 Создано и действовало на базе ЛенУГМС Управление гидрометслужбы Ленинградского фронта.



- 1941—1945 Создано и действовало на базе Читинского УГМС Управление гидрометслужбы Забайкальского фронта.
- 1942 Открыта АМСГ Чита (Кадала).
- 1942 Создано Центральное конструкторское бюро (ЦКБ) Гидрометслужбы. В 1948 г. реорганизовано в Научно-исследовательский институт гидрометеорологического приборостроения (НИИ ГМП).
- 1942 В составе Северного УГМС создана морская обсерватория.
- 1943 Создано Управление гидрометслужбы Северо-Кавказского фронта.
- 1943 В Москве создан Центральный научно-исследовательский гидрометеорологический архив (ЦНИ ГМА).
- 1943 Преобразование Центрального института погоды в Центральный институт прогнозов.
- 1943 Создана Гидрометслужба Тувинской АССР.
- 1943 В Москве на базе морского отдела ЦИП и подразделений ГГИ создан Государственный океанографический институт Гидрометслужбы (ГОИН). Постановление Правительства об организации института было вынесено в июне 1941 г., из-за начавшейся войны создание его задержалось.
- 1943 В Центральном институте прогнозов начали регулярно составляться прогностические карты приземного давления и положения фронтов.
- 1943 Теоретическими работами Е. Н. Блиновой положено начало новым методам долгосрочного прогноза погоды, базирующимся на гидродинамической теории циркуляционных процессов больших масштабов.
- 1943 На ЦАО возложены функции общественного научно-методического центра радиозондирования.
- 1943 В ЦАО впервые использован метод радиолокации для измерения ветра на высотах. Это позволило получать данные о ветре в любую погоду. Вначале использовалась установка СОН-2, затем „Малахит”, с 1958 г. — локатор „Метеор”.

- 1943 На сети аэрологических станций началось использование радиотеодолита для измерений ветра на высотах.
- 1944 В связи с 25-летием основания Государственный гидрологический институт награжден орденом Трудового Красного Знамени.
- 1944 Открыт Херсонский гидрометеорологический техникум.
- 1944 Создан отдел Гидрометслужбы в составе Орловского военного округа (Курск), которому были подчинены гидрометсети Курской, Орловской, Брянской, Воронежской и Тамбовской областей.
- 1944—1945 Начало организации полевой экспериментально-методической базы ГГО в поселке Сельцы (ныне поселок Воейково Всеволожского района Ленинградской области). Здесь же находится метеорологический музей и архив ГГО.
- 1945 Переход Гидрометслужбы из Наркомата Обороны в ведение Совета Министров СССР (переход на довоенную структуру и подчиненность).
- 1945 Создан Рижский завод гидрометприборов.
- 1946 Создано бюро погоды в Красноярске.
- 1946 Впервые в России в ЦАО начато применение радиолокационных станций сантиметрового диапазона для штормового оповещения.
- 1946 Создан сектор гидропрогнозов в Красноярском бюро погоды.
- 1946 В ГГО и ЦАО начались систематические исследования по применению активных воздействий на погодные процессы.
- 1946 Начались работы по созданию экспериментальной базы ГГИ в поселке Ильичево Ленинградской области (под Зеленогорском).
- 1946 Начало актинометрических наблюдений с помощью аэростатов в ЦАО.
- 1946 В Москве на базе лаборатории океанологии АН СССР создан Институт океанологии АН СССР (ИО АН).

- 1946 Составлены карты грунтов морского дна отечественных морей.
- 1947 Начато внедрение в бюро погоды в практику прогнозирования карт барической топографии более высоких уровней: АТ<sub>400</sub>, АТ<sub>300</sub>, АТ<sub>200</sub>, АТ<sub>50</sub>.
- 1947 В ГОИНе создан волнограф открытого моря (ВОМ-47) турбинного типа.
- 1947 Передача Ленинградского и Одесского гидрометеорологических институтов из Гидрометслужбы в ведение Министерства высшего и среднего специального образования.
- 1947 Открыты гидрометеорологические школы для подготовки наблюдателей метеостанций в Ростове-на-Дону и Свердловске.
- 1947 Создано Сахалинское УГМС.
- 1947 В ГГИ сконструирована первая автоматическая радиотелеметрическая озерная гидрометеорологическая станция „Родос”.
- 1947—1949 Начало исследования атмосферы в СССР с помощью метеорологических и геофизических ракет.
- 1948 Начато радиозондирование атмосферы в Архангельске.
- 1948 Советский Союз присоединился к Международной конвенции „Об учреждении Всемирной метеорологической организации (ВМО)”.
- 1948 Принято постановление Правительства СССР о мерах по улучшению деятельности Гидрометслужбы (укрепление научно-исследовательской базы, разработка и внедрение новых методов и средств исследований и наблюдений, улучшение обслуживания сельского хозяйства, рациональное размещение сети, помощь местных органов власти в развитии службы и т. д.).
- 1948 В ЦАО создан автоматический аэростат (АС-ЦА) для проведения измерений параметров атмосферы и атмосферных составляющих в стратосфере.
- 1948 Создано гидрометбюро в Уфе.

- 1948 Создана гидрохимическая лаборатория в Красноярском бюро погоды.
- 1948 На базе ЦКБ образован Научно-исследовательский институт гидрометеорологического приборостроения (НИИ ГМП).
- 1949 Сто лет назад основана ГГО. В год 100-летия обсерватории присвоено имя А. И. Воейкова, пос. Сельцы переименован в пос. Воейково.
- 1950 Во Владивостоке основан Дальневосточный научно-исследовательский гидрометеорологический институт (ДВНИГМИ).
- 1950 Начато внедрение в практику прогнозирования расчетных методов прогнозов погоды.
- 1950 В Мурманском УГМС создана оперативная синоптическая группа на судах плавбаз, обслуживающих флот и рыбопромысловые экспедиции в северных морях и Атлантике.
- 1950 Создан отдел аэрологии в Краснодаре.
- 1951 Создано Ленинградское отделение ГОИН (ныне СПО ГОИН).
- 1951 В Алма-Ате основан Казахский гидрометеорологический научно-исследовательский институт (КазНИГМИ).
- 1951 Создана первая в России сеть радиолокационных станций штормового оповещения.
- 1951 В ЦАО под руководством И. И. Гайворонского впервые разработана методика самолетного рассеяния переохлажденных туманов в аэропортах с помощью твердой углекислоты и начаты оперативные работы в двух аэропортах.
- 1952 Открыт Туапсинский морской гидрометеорологический техникум.
- 1952 Начало выхода в свет Бюллетеня ВМО. До 1968 г. ежеквартально издавался на английском и французском языках, с 1968 г. и на русском.
- 1953 Основан Украинский научно-исследовательский гидрометеорологический институт (УкрНИГМИ) на базе Киевской геофизической и Киевской гидрологической обсерваторий.

- 1953 Основан Закавказский научно-исследовательский гидрометеорологический институт (ЗакНИГМИ) на базе Тбилисской метеорологической обсерватории, существовавшей с 1837 г.
- 1953 Создано Колымское УГМС.
- 1953 Основан Научно-исследовательский институт аэроклиматологии (НИИАК) на базе Центрального научно-исследовательского гидрометеорологического архива (ЦНИГМА).
- 1953—1954 Начаты исследования на сети наблюдений за тепловым балансом (в 1967 г. эти наблюдения проводились на 65 станциях).
- 1954 Начаты актинометрические наблюдения в Читинском УГМС.
- 1954 Создан отдел агропрогнозов в Красноярске.
- 1954 В ЛЮ ГОИНа создан отдел исследования невиских наводнений.
- 1954 Создано Калининградское гидрометбюро при Литовском УГМС.
- 1954 Начато издание серии „Агроклиматические справочники“.
- 1955 Создан в Москве на базе ЦИП Главный радиометцентр (ГРМЦ) — центральный оперативный орган связи Гидрометслужбы.
- 1955 Начало передач для местных бюро погоды метеорологической информации из Центрального института прогнозов по телетайпным связям (междугородной проводной и радиосвязи).
- 1956 Создание на базе Геофизического института АН СССР: Института прикладной геофизики (ИПГ) АН СССР, Института физики атмосферы АН СССР и Института физики Земли АН СССР.
- 1956 Открыты первые антарктические станции: Мирный, Пионерская и Оазис, положившие начало планомерному изучению Антарктиды.
- 1956 На дрейфующей станции СП-4 впервые установлена и начала эксплуатироваться дрейфующая радиометеорологическая станция (ДАРМС).

- 1956            Решением ГУГМС при всех территориальных и республиканских управлениях гидрометслужбы созданы гидрометеорологические обсерватории (ГМО) для изучения гидрометеорологического режима, обработки и подготовки к публикации материалов наблюдений.
- 1956            Курское УГМС переименовано в УГМС Центрально-Черноземных областей (ЦЧО).
- 1956            Открыта Читинская ГМО.
- 1956            Начало первых передач по радио Центральным институтом прогнозов факсимильных карт погоды. Затем была внедрена факсимильная передача карт погоды по проводам междугородной связи.
- 1956            Организовано Новосибирское отделение Научно-исследовательского института аэроклиматологии (Новосибирское отделение НИИАК).
- 1956            Основана Хабаровская ГМО.
- 1956            Создано Северо-Кавказское УГМС.
- 1956            Куйбышевское УГМС переименовано в Приволжское УГМС.
- 1956            Ленинградское УГМС переименовано в Северо-Западное УГМС. В его составе организована Ленинградская ГМО.
- 1957            Создан Амдерминский радиометцентр.
- 1957            Начала действовать озонметрическая сеть в СССР из 11 станций с методическим центром в ГГО, в 1970 г. число станций доведено до 45 (30 станций в РФ).
- 1957            Создан Тиксинский районный радиометцентр Главного управления Северного морского пути.
- 1957            7—17 сентября состоялся III Всесоюзный гидрологический съезд.
- 1957            Создан Государственный фонд гидрометеорологических материалов.

- 1957 Осуществлен запуск первого в мире советского искусственного спутника Земли, открывшего новую эру в методах исследования атмосферы и околоземного космического пространства.
- 1957—1958 Проведен Международный геофизический год (с 1 июля 1957 г. по 31 декабря 1958 г.).
- 1957—1963 Под научно-методическим руководством ЦАО была создана и функционировала первая и единственная в мировой практике сеть самолетного зондирования атмосферы, состоящая из 31 пункта.
- 1958 В ЦАО осуществлен запуск геофизической ракеты весом 1520 кг, достигшей рекордной высоты — 473 км; геофизическая ракета весом 1690 кг была запущена 27 августа 1958 г. и достигла высоты 450 км.
- 1958 В Гидрометслужбе СССР начались широкие исследования по проблеме искусственного воздействия на облака и осадки.
- 1958 ЦАО и Институт геофизики Академии наук Грузии впервые применили специально разработанные ракеты для доставки реагентов (аэрозолей йодистого серебра и хладоагентов) в облака с целью борьбы с градом.
- 1958 В Мурманском УГМС начаты наблюдения за качеством природной среды на сети гидрометпостов.
- 1958 На территории Приволжского УГМС начаты наблюдения за радиоактивным загрязнением.
- 1958 Начаты наблюдения на сети станций за химическим составом атмосферных осадков (в 1967 г. работало 70 станций).
- 1958 Вышел в свет первый Метеорологический ежемесячник, ч. 1. Ежегодные данные.
- 1958 В Ташкенте создан Среднеазиатский научно-исследовательский гидрометеорологический институт (САНИГМИ), организованный на базе Ташкентской астрономической и физической обсерватории, основанной в 1876 г.
- 1958 Создан отдел климата в Красноярском бюро погоды.
- 1959 Создано бюро поверки в Красноярском УГМС.

- 1959 Впервые в России А. Б. Шупяцким в ЦАО предложено использовать поляризационные радиолокаторы для определения формы частиц осадков.
- 1959 Установлен радиотеодолит „Малахит”-РКЗ в Красноярске для производства радиоветровых измерений.
- 1959 Составлен первый численный (математический) прогноз погоды.
- 1959 Спущено на воду первое крупное научно-исследовательское судно Гидрометслужбы „А. И. Воейков” водоизмещением 3600 т с оборудованием для запуска метеорологических ракет.
- 1959 Начаты широкомасштабные самолетные измерения суммарного озона над территорией СССР по прибору, сконструированному Г. П. Гуциным.
- 1960 Начал выходить журнал „Океанология” — орган Океанографической комиссии АН СССР.
- 1960 Спущено на воду второе крупное научно-исследовательское судно Гидрометслужбы „Ю. М. Шокальский” водоизмещением 3600 т с оборудованием для запуска метеорологических ракет.
- 1960 Создана Благовещенская гидрометеорологическая обсерватория.
- 1960 Создан филиал Института прикладной геофизики в Обнинске.
- 1961 В Москве создан Объединенный вычислительный центр АН СССР и ГУГМС, находившийся ранее в ведении АН СССР, с двойным подчинением — АН СССР и ГУГМС. В 1962 г. центр передан в ведение ГУГМС, в 1965 г. вошел в состав Гидрометцентра СССР.
- 1961 В Ленинграде состоялось Всесоюзное научное метеорологическое совещание, посвященное 40-летию организации Гидрометслужбы. В совещании приняли участие 1400 человек, было заслушано 450 научных докладов.
- 1961 Начаты измерения суммарного озона с НИС над акваториями океанов.



- 1961 В Уральском УГМС организована сеть по отбору проб воды на радиоактивное заражение.
- 1961 Начали издаваться Актинометрические ежемесячники с результатами наблюдений на станциях СССР.
- 1961 В Горьком начаты наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха.
- 1961 Вышел в свет Метеорологический ежемесячник, ч. 2. Ежемесячные данные.
- 1961—1962 Начало широкого использования в практике службы прогнозов СССР численных методов прогноза погоды.
- 1962 Закончены разработка и проведение государственных испытаний первой метеорологической радиолокационной станции МРЛ-1.
- 1962 Институт прикладной геофизики (ИПГ) в Москве с филиалом в Обнинске и Высокогорный геофизический институт (ВГИ) в г. Нальчике переданы из ведения АН СССР в систему Гидрометслужбы.
- 1963 В ГГО создан отдел исследования атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы.
- 1963 Гидрохимический институт (ГХИ, основан в 1914 г.) в г. Новочеркасске Ростовской области передан из ведения АН СССР в систему Гидрометслужбы.
- 1963 ААНИИ в г. Ленинграде и Гидрометслужба ГУСМП с сетью полярных обсерваторий и радиометцентров переданы из ведения Министерства морского флота в систему Гидрометслужбы.
- 1963 Завершено издание серии Агроклиматических справочников, составленных по территориям административных областей и автономных республик СССР. Издание было начато в 1954 г., всего издано 120 книг.
- 1963 Начало применения в работе ЦИПа нефанализа по данным спутниковой информации.

- 1963 На Памире создана самая высокая в мире аэрологическая станция, расположенная на высоте 4000 м над уровнем моря.
- 1963 ГУГМС разработана „Генеральная схема комплексной автоматизации гидрометеорологической службы”.
- 1964 Станции Гидрометслужбы начали проводить регулярные наблюдения за загрязнением атмосферы, рек и озер промышленными предприятиями (в 1967 г. наблюдения велись в 70 городах страны).
- 1964 Начат промышленный выпуск озонметра М-83 на Рижском заводе ГМП. Было выпущено 110 приборов.
- 1964 Начаты наблюдения за загрязнением атмосферы станциями Гидрометслужбы Башкирии.
- 1964 В Обнинске создано отделение хранения и статистической обработки гидрометеорологических данных — Мировой метеорологический центр „Москва” в составе ГУГМС СССР, на базе которого в 1971 г. организован ВНИИГМИ—МЦД.
- 1964 Введена регулярная телеграфная радиосвязь Москва—Мирный (Антарктида) для обмена метеосводками.
- 1964 В ГГО создан опытный образец УАТГМС-1 — унифицированной автоматической телеизмерительной гидрометстанции, измеряющей все основные метеорологические величины.
- 1964 Открыт пункт высотных метеорологических наблюдений на телебашне в Самаре.
- 1964 Открыта Уфимская гидрометобсерватория.
- 1964 По предложению ВМО в СССР при ГГО создан Мировой центр по сбору и публикации данных актинометрических наблюдений.
- 1964 Началось издание ежемесячного бюллетеня „Солнечная радиация и радиационный баланс” (по данным Всемирной сети 65 стран).
- 1964 Запущены в верхние слои атмосферы первые советские актинометрические зонды.

- 1964 Закончилось начатое в 1941 г. второе издание „Климатического справочника СССР”, прерванное Великой Отечественной войной. Издание, состоящее из 27 территориальных выпусков (выпуски имели несколько частей, издававшихся раздельно), подготовлено под руководством ГГО.
- 1964 Началось третье издание „Климатического справочника СССР”, состоящее из 34 выпусков, каждый из которых имеет 52 части. В справочнике использованы материалы наблюдений метеостанций по 1960 г. включительно.
- 1964 В Ленинграде состоялась Международная конференция по изучению солнечной радиации. На конференции присутствовало 400 делегатов.
- 1964 Начало крупных работ и экспедиций ГТИ в бассейне Дона, Заволжье и в Южном Казахстане по исследованию баланса орошаемых земель.
- 1964—1965 Учреждения Гидрометслужбы приняли участие в широких исследованиях по программе Международного года спокойного Солнца (МГСС). МГСС начался 1 января 1964., окончился 31 декабря 1965 г.
- 1965 Начались обширные работы по программе Международного гидрологического десятилетия (МГД, 1965—1975 гг.), в которых советские гидрологи принимали активное участие.
- 1965 Гидрологические станции Гидрометслужбы приступили к регулярным наблюдениям за загрязнением вод рек и озер промышленными сточными водами.
- 1965 В ЦАО закончена работа по созданию и использованию лазерного доплеровского зондирования атмосферы.
- 1965 Начаты под руководством ГОИН регулярные наблюдения и исследования химического загрязнения морей СССР (океанов — с 1971 г.).
- 1965 Создана лаборатория химии вод и атмосферы в Красноярском УГМС.
- 1965 Начаты наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха в городах Приволжского УГМС.

- 1965 Начаты наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха и поверхностных вод суши в Красноярском УГМС.
- 1965 Начато внедрение в Гидрометслужбе нового вида связи — факсимильной.
- 1965 В бюро погоды Приволжского УГМС начата разработка долгосрочных прогнозов урожайности сельскохозяйственных культур.
- 1965 Начаты маршрутные авиационные исследования сельскохозяйственных полей и рек в половодье.
- 1965 Преобразование Центрального института прогнозов в Гидрометеорологический научно-исследовательский центр СССР (Гидрометцентр СССР) с возложением функций мирового и регионального метеорологических центров в системе Всемирной службы погоды.
- 1966 Метеорологические наблюдения сети станций СССР переведены на восемь сроков в сутки (00, 03, 06, 09, 12, 15, 18, 21 ч по московскому времени).
- 1966 Произведен запуск советского метеорологического спутника Земли „Космос-122”.
- 1966 Начался заводской выпуск метеорологического радиолокатора МРЛ-1.
- 1966 Начаты наблюдения за загрязнением воздуха в Архангельске.
- 1966 В Мурманском УГМС начато обслуживание судов рекомендованными курсами.
- 1966 Начаты разработки в бюро погоды прогнозов погоды на 3 суток и периодных — на 5 суток.
- 1966 Спущено на воду крупное научно-исследовательское судно Гидрометслужбы „Профессор Визе” (водоизмещением 6935 т).
- 1967 Указом Президиума Верховного Совета СССР за успехи в гидрометеорологическом обеспечении народного хозяйства СССР и развитии гидрометеорологической науки награждены: орденом Ленина — Гидрометцентр СССР и ААНИИ, орденом Трудового Красного Знамени — ГГО и Институт прикладной геофизики. Одновременно 233 работника Гидрометслужбы награждены орденами и медалями СССР.

- 1967 Выведен на орбиту метеорологический искусственный спутник Земли „Космос-156”. С запуском этого спутника в паре со спутником „Космос-144” и вместе с наземными устройствами начала действовать метеорологическая космическая система „Метеор”.
- 1967 Спущены на воду крупные научно-исследовательские суда Гидрометслужбы „Профессор Визе” и „Академик Ширшов”, водоизмещение каждого судна 6935 т.
- 1967 Выведен на орбиту советский метеорологический искусственный спутник Земли „Космос-184”.
- 1967 Начало приема и регистрации спутниковой информации с отечественных и зарубежных искусственных спутников Земли (ИСЗ).
- 1967 Закончено издание нового „Водного кадастра СССР” в 87 томах (начато в 1956 г.) в двух сериях: „Гидрологическая изученность” — 45 томов, „Гидрологические характеристики” — 42 тома.
- 1967 Решением Совета Министров СССР при ГУГМС создан отдел активных воздействий на градовые процессы.
- 1967 Внедрены факсимильные карты погоды в Читинском бюро погоды.
- 1968 Создан Институт экспериментальной метеорологии (ИЭМ) ГУГМС на базе филиала Института прикладной геофизики в г. Обнинске.
- 1968 В составе ГУГМС созданы Арктическое, антарктическое и морское управление и Управление связи, информации и службы погоды.
- 1968 Начало выхода в свет в Гидрометеорологическом издательстве в Ленинграде Бюллетеня ВМО на русском языке, на английском и французском языках издавался с 1952 г.
- 1969 В Мурманском управлении начато измерение температуры поверхностной пленки Баренцева моря с самолета Ил-14 с помощью инфракрасного радиометра.

- 1969 Создана Центральная высотная гидрометеорологическая обсерватория в Москве на базе Управления гидрометслужбы Центральных областей (с 1992 г. — Московский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды).
- 1969 50 лет со дня организации Государственного гидрологического института.
- 1969 Начала действовать наземная сеть из 30 станций по измерению спектральной прозрачности атмосферы и оптической плотности аэрозоля с методическим центром в ГГО.
- 1970 В Архангельске начат прием метеорологической информации с искусственного спутника Земли.
- 1970 На сети станций внедрен измеритель спектральной прозрачности атмосферы, разработанный Г. П. Гуциным.
- 1970 Создана Лаборатория южных морей ГОИНа на базе гидрометобсерваторий Черного и Азовского морей. В 1973 г. преобразована в Севастопольское отделение ГОИНа (СО ГОИН).
- 1970 На базе Гидрометцентра СССР создан Сибирский научно-исследовательский гидрометеорологический институт (СибНИГМИ).
- 1970 Введен в эксплуатацию метеорологический радиолокатор „Радиоград” (МРЛ-5) в Красноярском УГМС.
- 1971 Введен в эксплуатацию метеорологический радиолокатор „Радиоград” (МРЛ-5) в Приволжском УГМС.
- 1971 В Ленинграде состоялся Пятый Всесоюзный метеорологический съезд.
- 1971 Начал действовать Антарктический метеорологический центр „Молодежная” (до этого станция „Молодежная”).
- 1971 В Ленинграде состоялся Международный симпозиум по физической и динамической климатологии.

- 1971 На базе отделения хранения и статистической обработки гидрометеорологических данных Гидрометцентра СССР — Мирового метеорологического центра „Москва” — организован Всесоюзный научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации. В настоящее время является одним из трех Мировых центров данных (ВНИИГМИ—МЦД).
- 1971 Создана режимная сеть наблюдений за химическим составом и минерализацией атмосферных осадков в Уральском УГМС.
- 1971 Создано Одесское отделение ГОИНа, которое до 1991 г. было базой флота ГОИНа.
- 1972 Исполнилось 100 лет со времени создания службы погоды в нашей стране — в ГФО начал выходить ежедневный метеорологический бюллетень, издаваемый отделом метеорологических бюллетеней, преобразованным затем в бюро погоды.
- 1971 Начат прием спутниковой метеорологической информации на территории Приволжского УГМС.
- 1972 В Лондоне принята „Конвенция по предотвращению загрязнения моря сбросами отходов и других материалов”. СССР подписал эту Конвенцию.
- 1973 Создан Мурманский центр по мониторингу загрязнения окружающей среды.
- 1973 Создано Амдерминское УГМС.
- 1973 Создано Тиксинское управление по гидрометеорологии и контролю природной среды.
- 1973 В Москве на ВДНХ состоялся Всесоюзный семинар по методам изучения загрязнения атмосферы.
- 1973 9—13 октября в Ленинграде состоялся IV Всесоюзный гидрологический съезд.

- 1974 На базе Гидрометцентра СССР создан Государственный научно-исследовательский центр изучения природных ресурсов (ГосНИЦИПР). Создание центра было связано с развитием в стране исследований по изучению природных ресурсов Земли и мониторингу природной среды методами дистанционного зондирования из космоса.
- 1974 Начало организации работ по гидробиологическому контролю за загрязнением рек и водохранилищ на территории Приволжского УГМС.
- 1974 В Мурманском УГМС создана служба ионосферно-магнитных прогнозов и информации, занимающаяся прогнозированием состояния ионосферы и условий распространения радиоволн.
- 1974 В Москве состоялось Всесоюзное совещание по методам долгосрочных прогнозов погоды.
- 1974 В Гидрометцентре СССР состоялось Всесоюзное совещание-семинар по краткосрочным оперативным численным прогнозам погоды.
- 1975 Материал „Гидрометслужба в годы Великой Отечественной войны” опубликован в журнале „Метеорология и гидрология”, № 5, 1975 г.
- 1975 В Мурманском УГМС начато прогнозирование ситуации, способствующей высокому загрязнению атмосферы, с целью принятия мер по предотвращению возникновения высоких уровней загрязнения атмосферного воздуха городов в период неблагоприятных метеорологических условий.
- 1975 В Службе начато составление прогнозов максимального уровня загрязнения атмосферного воздуха.
- 1975 Начато внедрение в Службе автоматизированной системы передачи данных „Погода”.
- 1975 Начало эксплуатации МРЛ-2 на АМСГ Уфа.
- 1976 Создана Калининградская зональная гидрометобсерватория.
- 1976 В вычислительном центре Верхне-Волжского УГМС начата обработка гидрометинформации на ЭВМ-ЕС.



- 1977 В Гидрометслужбе СССР работали более 100 тыс. человек, в том числе 20 тыс. специалистов с высшим образованием и столько же со средним специальным образованием. В составе Службы находилось 20 научно-исследовательских институтов, в которых трудились многие известные ученые.
- 1977 Выдан первый прогноз по загрязнению атмосферного воздуха в Красноярском УГМС.
- 1977 50 лет назад в ГГО создан метеорологический музей, один из старейших метеорологических музеев мира.
- 1977 Начаты наблюдения за загрязнением почвы на территории Приволжского УГМС.
- 1977 Подготовка гидрометеорологов в СССР осуществлялась в 13 высших и 9 средних специальных учебных заведениях, в которых обучались более 15 тыс. человек, из них около 300 иностранных граждан.
- 1977 Из состава ИЭМ выделен Всесоюзный научно-исследовательский институт сельскохозяйственной метеорологии (ВНИИСХМ).
- 1977 Начат выпуск годового обзора о состоянии загрязнения атмосферного воздуха в городах Приволжского УГМС.
- 1978 Указ Президиума Верховного Совета СССР „О преобразовании ГУГМС при СМ СССР в Государственный комитет СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды”. Указ объявлен приказом Госкомгидромета № 100 от 24.04.1978 г.
- 1978 Начаты регулярные измерения приземного озона в Воейково.
- 1979 В Приволжском УГМС запущена в эксплуатацию ЭВМ ЕС-1022.
- 1979 Западно-Сибирское УГМС преобразовано в Западно-Сибирское территориальное управление по гидрометеорологии и контролю природной среды (Западно-Сибирское УГКС).
- 1979 Мурманское УГМС преобразовано в Мурманское территориальное управление по гидрометеорологии и контролю природной среды (Мурманское УГКС).

- 1979 В Женеве состоялась Всемирная конференция по климату.
- 1979 Амдерминское УГМС преобразовано в Амдерминское территориальное управление по гидрометеорологии и контролю природной среды — Амдерминский территориальный центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.
- 1979 В СССР начаты первые исследования по проблеме контроля за сбросом отходов в море с целью их захоронения.
- 1980 НИИ ГМП переименован в НИИ приборостроения (НИИП).
- 1980 Создан центр по контролю загрязнения природной среды в Колымском УГКС.
- 1980 Создан центр по изучению и контролю загрязнения природной среды в Камчатском УГКС.
- 1980 Создан Дальневосточный региональный центр приема и обработки спутниковых данных (ДВ РЦ ПСД).
- 1980 Начат контроль за трансграничным переносом загрязняющих веществ в Мурманском УГКС; в соответствии с Женевской конвенцией этим было положено начало комплексным наблюдениям за состоянием загрязнения атмосферного воздуха в Арктике.
- 1980 Создан Ростовский центр по контролю загрязнения природной среды.
- 1980 Под руководством ЦАО создана сеть автоматизированных метеорологических радиолокаторов „Московское кольцо” (Москва, Калуга, Рязань).
- 1980 Начато внедрение на сети АМСГ комплексной автоматической метеостанции КРАМС.
- 1981 Осуществлена автоматизация построения кольцевых синоптических карт в Приволжском УГКС.
- 1982 Создана Башкирская гидрометобсерватория на базе Уфимской обсерватории с подчинением ей метеостанций и постов Уфы.

- 1982 Создан Гидрометцентр (ГМЦ) Северного УГКС.
- 1983 Создан ГМЦ Приволжского УГКС на базе Куйбышевской ГМО и бюро погоды.
- 1983 Создан Ленинградский ГМЦ на базе Ленинградского бюро погоды.
- 1983 Создан Камчатский ГМЦ на базе Петропавловской ГМО и бюро погоды.
- 1983 Создан Читинский ГМЦ на базе Читинской ГМО и бюро погоды.
- 1983 Создан Ростовский ГМЦ на базе Ростовской ГМО и бюро погоды.
- 1984 Создан Хабаровский ГМЦ на базе Хабаровской ГМО и бюро погоды.
- 1984 За заслуги в области книгоиздания и в связи с 50-летием со дня основания издательство „Гидрометеиздат” награждено орденом Знак Почета.
- 1985 Завершено создание и началось внедрение на аэрологической сети новой системы радиозондирования АВК-1-МРЗ при активном участии ЦАО.
- 1986 20—24 октября проходил V Всесоюзный гидрологический съезд.
- 1986 Создание Башкирского управления по гидрометеорологии и контролю природной среды (УГКС) на базе Башкирской гидрометобсерватории и Уфимского центра по изучению и контролю загрязнения природной среды.
- 1986 Вышли из печати очень важные издания „Руководства по краткосрочным прогнозам погоды” — первая часть и два выпуска второй части.
- 1986 В Среднесибирском управлении созданы Центры по гидрометеорологии (ЦГМС) при субъекте Федерации (Хакаский, Тувинский, Эвенкийский ЦГМС) и гидрометобсерватории в городах и районных центрах.

- 1986 Центральная высотная гидрометеорологическая обсерватория преобразована в Московский центр по гидрометеорологии и наблюдению природной среды.
- 1986 На базе Гидрометцентра СССР создан Главный вычислительный центр (ГВИЦ) Росгидромета.
- 1988 Создание центров по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды на базе гидрометобсерваторий и гидрометбюро.
- 1988 Северо-Кавказское УГМС преобразовано в Северо-Кавказское территориальное управление по гидрометеорологии и контролю природной среды.
- 1988 Калининградская зональная гидрометобсерватория преобразована в Калининградский областной центр по гидрометеорологии.
- 1988 На АМСГ аэропорта Чита (Кадала) установлена КРАМС-2.
- 1992 Создан на базе ГГО Всероссийский научно-исследовательский институт охраны атмосферного воздуха.
- 1992 Начаты комплексные наблюдения за состоянием загрязнения атмосферного воздуха в Арктике.
- 1992 Упразднен Государственный комитет СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды.
- 1992 Образован Комитет по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.
- 1992 Мурманское территориальное управление по гидрометеорологии и контролю природной среды преобразовано в Мурманское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Мурманское УГМС).
- 1992 Северо-Кавказское территориальное управление по гидрометеорологии и контролю окружающей среды (УГКС) преобразовано в Северо-Кавказское территориальное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Северо-Кавказское УГМС).

- 1992 Начат процесс освоения работ по прогнозированию с помощью компьютеров с программным комплексом „Лассо” первого поколения.
- 1992 Башкирское УГКС реорганизовано в Башкирское территориальное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.
- 1992 Переименование Гидрометцентра СССР в Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации (Гидрометцентр России).
- 1992 Московский центр получил новое наименование — Московский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (ранее — природной среды).
- 1992 Калининградский областной центр переименован в центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.
- 1994 Гидрометцентру России присвоен статус Государственного научного центра Российской Федерации.
- 1994 Создан Забайкальский региональный противолавинный центр.
- 1996 Создан научно-исследовательский центр в Среднесибирском территориальном управлении по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.
- 1996 Создано Чукотское УГМС, которому переданы станции Колымского УГМС, находящиеся на территории Чукотского автономного округа.
- 1996 В центрах и службах Верхне-Волжского межрегионального территориального управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды внедрены ПЭВМ-технологии обработки и получения информации о состоянии окружающей среды.
- 1996 Внедрение новых технологий численного прогноза погоды на базе суперкомпьютера „Крей”.
- 1996 Осуществлен прием синоптических карт в автоматическом режиме на обычную бумагу с помощью компьютера, что дало возможность исключить прием карт на бумагу ЭХБ, вредную для здоровья синоптиков.

- 1997 1 января исполнилось 185 лет со дня официального открытия метеорологической обсерватории при Казанском университете, сыгравшей значительную роль в изучении природных явлений на востоке Русской равнины и в организации метеорологической сети на обширной территории Поволжья, Урала и Западной Сибири.
- 1997 Калининградский областной центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды подчинен непосредственно Росгидромету.
- 1998 Принят Закон Российской Федерации „О гидрометеорологической службе”.
- 1998 Приказом Росгидромета на базе территориальных управлений начато создание межрегиональных территориальных управлений по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.
- 1998 Включен в состав Северного УГМС Амдерминский специализированный центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.
- 1998 Начато распространение синоптических карт в УГМС через систему ТВ „Информ”, которая базируется на спутниковых телевизионных каналах.
- 1999 1 января исполнилось 25 лет Научно-исследовательскому центру космической гидрометеорологии „Планета” (НИЦ „Планета”, ранее ГосНИЦИПР).
- 1999 В январе исполнилось 80 лет Государственному гидрологическому институту (ГГИ), образованному в Ленинграде в 1919 г. по инициативе Академии наук и переданному в систему Гидрометслужбы в 1930 г.
- 1999 Преобразование Центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Республики Татарстан в Управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Республики Татарстан с подчинением непосредственно Росгидромету.
- 1999 Создание на базе Научно-исследовательского института приборостроения (НИИП) Центра экспертизы, сертификации и лицензирования (ЦЭСЛ).

- 1999 200 лет со дня рождения академика А. Я. Купфера — основателя и первого директора Главной физической обсерватории.
- 1999 150 лет с момента основания Главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова.
- 1999 Симпозиум „История и современность — геофизические наблюдения в России” и международная теоретическая конференция „Проблемы гидрометеорологии и окружающей среды на пороге XXI века”, посвященные 165-летию Гидрометеорологической службы России, проведены в Санкт-Петербурге.
- 1999 Проведены региональные юбилейные мероприятия в учреждениях и организациях Росгидромета, посвященные 165-летию Гидрометеорологической службы России.
- 1999 В ЦАО завершена разработка аэрологических станций нового поколения типа МАРЛ с фазированной антенной решеткой, созданных на современной элементной базе.
- 1999 На базе Гидрометцентра России образовано Гидрометеорологическое бюро (ГМБ) Москвы и Московской области (Московское ГМБ).
- 2000 23 марта исполнилось 50 лет со дня преобразования Международной метеорологической организации (ММО) из неправительственного органа, созданного в 1873 г. в Вене, в межправительственную Всемирную метеорологическую организацию (ВМО). В 1951 г. ВМО стала специализированным агентством Организации Объединенных Наций. В составе ВМО 185 стран-членов.
- 2000 В апреле исполнилось 75 лет Свердловскому центру по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, ведущему свое начало от Свердловского бюро погоды, образованного в 1925 г.
- 2000 24—26 апреля под эгидой Российской академии наук, Министерства Российской Федерации по атомной энергии и Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды в Москве проходила Международная конференция „Радиоактивность при ядерных взрывах и авариях”.

- 2000 28 июня исполнилось 70 лет со дня образования Гидрометслужбы Республики Татарстан.
- 2001 1 января исполнилось 30 лет со дня образования Сибирского научно-исследовательского гидрометеорологического института в г. Новосибирске. Институт был создан на базе организованных здесь ранее филиалов Гидрометцентра, Научно-исследовательского института аэроклиматологии (НИИАК), Гидрометеорологической обсерватории и бюро погоды Западно-Сибирского управления Гидрометслужбы.
- 2001 3 апреля исполнилось 70 лет со дня образования на базе Самарского губернского метеорологического бюро Средневожского гидрометеорологического комитета. В 1933 г. комитет был реорганизован в одно из управлений гидрометеорологической службы страны, подчиненное Центральному управлению Единой гидрометеорологической службы страны. В настоящее время функционирует как Приволжское территориальное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.
- 2001 22—23 мая в Ростове-на-Дону проходила международная дискуссия („Круглый стол”) по ключевым аспектам проблемы глобальных изменений в окружающей среде. В числе участников были Российская академия наук (РАН), а также ученые из США, Англии, Германии, Норвегии.
- 2001 1 июля исполнилось 50 лет со дня организации Цимлянской гидрометеорологической обсерватории на Цимлянском водохранилище, являющемся одним из звеньев Волго-Донского судоходного канала.
- 2001 12 сентября исполнилось 115 лет со дня начала кругосветного плавания корвета „Витязь” под руководством адмирала С. О. Макарова. Во время плавания был получен огромный материал наблюдений по гидрологии морей, в которых побывал „Витязь”. Результаты были обобщены в капитальном научном труде С. О. Макарова «„Тихий океан и „Витязь”», изданном в 1894 г. на русском и французском языках.



- 2002 1 января исполнилось 130 лет Российской службе погоды. 1 января 1872 г. в Петербурге, в Главной физической обсерватории (ГФО, ныне ГГО), на основе телеграфных сообщений с 26 отечественных и двух зарубежных метеорологических станций была построена первая в России оперативная карта погоды.
- 2002—2003 Исполнилось 120 лет со дня проведения Первого Международного полярного года (1882—1883 гг.) и 70 лет со дня проведения Второго Международного полярного года (1932—1933 гг.).
- 2002—2003 Исполнилось 45 лет со дня организации и проведения Международного геофизического года (МГГ), который проходил в период с 1 июля 1957 г. по 31 декабря 1958 г. В проведении МГГ приняли участие 18 ведомств и 90 научных учреждений и вузов СССР. Из 6000 станций и обсерваторий мира, привлеченных к исследованиям по программе МГГ, 500, или более 8 % всей мировой сети, принадлежали нашей стране.
- 2003 В октябре исполнилось 70 лет со дня образования Якутского территориального управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.
- 2003 13 мая исполнилось 130 лет со дня начала регулярных метеорологических наблюдений при губернской гимназии г. Архангельска.
- 2003 19 мая исполнилось 50 лет со дня организации Певекского (Чукотского) УГМС, созданного на базе научно-исследовательской обсерватории в Певеке, входившей до этого в состав Арктического (ныне Арктического и антарктического) института.
- 2003 В период с 30 октября по 4 ноября в Москве проходила третья Всемирная конференция по климату. В конференции приняли участие в качестве докладчиков представители более 52 стран и международных организаций. Всего на конференции было представлено более 50 докладов на пленарных заседаниях, 150 секционных докладов (из них 120 зарубежных и 30 российских) и 350 стендовых. Доклады конференции и принятые ею решения (декларации) опубликованы.

- 2003      Руководитель Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Александр Иванович Бедрицкий на сессии Всемирной метеорологической организации был избран Президентом ВМО.
- 2004      1 января старейшему метеорологическому учреждению Москвы — обсерватории им. В. А. Михельсона исполнилось 125 лет. Обсерватория принадлежит Московской (Тимирязевской) сельскохозяйственной академии. Метеорологический архив обсерватории содержит ежедневные данные о погоде Москвы за 125 лет.
- 2004      15 февраля исполнилось 70 лет со дня образования в Хабаровске Управления единой гидрометеорологической службы Дальневосточного края (УЕГСДВК) как основного органа единой гидрометеорологической службы по изучению гидрометеорологических явлений (на суше) в этом регионе. В современных территориальных границах это территория Забайкалья, юга Якутии, Еврейской автономной области, Амурской, Сахалинской и Магаданской областей.
- 2004      В марте исполнилось 170 лет со дня основания Гидрометслужбы России, ведущей свое начало от Нормальной обсерватории, на базе которой в 1849 г. была организована Главная физическая, ныне Главная геофизическая обсерватория.
- 2004      Исполнилось 145 лет с начала проведения гидрологических наблюдений на о. Валаам в Ладожском озере, занимающем площадь 18 тыс. км<sup>2</sup>.
- 2004      1 августа исполнилось 70 лет со дня создания в Петропавловске-Камчатском Камчатского межрегионального территориального управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.
- 2004      28 сентября —1 октября в Санкт-Петербурге проходил VI Всероссийский гидрологический съезд.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Авдюшин С. И. Гелиогеофизическая служба, ее задачи и перспективы развития. — Метеорология и гидрология, 1981, № 6.
- Бедрицкий А. И., Борисенков Е. П., Пасецкий В. М. Гидрометеорологическая служба России. История и современность. — СПб.: Гидрометеоздат, 2002. — 126 с.
- Бородачев В. Е., Шильников В. И. История ледовой авиационной разведки. — СПб.: Гидрометеоздат, 2002. — 442 с.
- Бродский А. В. Главному авиаметеорологическому центру — 50 лет. — Метеорология и гидрология, 1981, № 2.
- Гидрометеорологи у полюса холода. Якутскому УГМС — 70 лет. — СПб.: Гидрометеоздат, 2003. — 99 с.
- Главная геофизическая обсерватория им. А. И. Воейкова — к 70-летию Советской власти. — Л.: Гидрометеоздат, 1988. — 238 с.
- Достижения в области гидрометеорологии и контроля природной среды. — Л.: Гидрометеоздат, 1987. — 342 с.
- Дубровин Л., Козловский А. Советские антарктические. — СПб.: Гидрометеоздат, 1991. — 253 с.
- Израэль Ю. А. и др. Осуществление в СССР системы мониторинга загрязнения природной среды. — Л.: Гидрометеоздат, 1978.
- История развития Гидрометслужбы на европейском Севере России. — СПб.: Гидрометеоздат, 2002. — 95 с.
- История развития Гидрометслужбы Забайкалья. — СПб.: Гидрометеоздат, 2002. — 256 с.
- Клюкин Н. К. Мировой центр сбора, обработки и хранения данных по метеорологическому режиму. — Метеорология и гидрология, 1968, № 10. — С. 3—12.
- Комментарий к Федеральному закону „О гидрометеорологической службе“. — СПб.: Гидрометеоздат, 2003. — 267 с.
- Константинов Ю. Б., Грачев К. И. Высокоширотные воздушные экспедиции „Север“ (1937), 1941—1993 гг. — СПб.: Гидрометеоздат, 2000. — 176 с.
- Коровин В. П. История океанографических исследований. — СПб.: Гидрометеоздат, 1999. — 164 с.
- Метеорология и гидрология за 50 лет Советской власти. Под ред. акад. Е. К. Федорова. — Л.: Гидрометеоздат, 1967.
- Мошениченко И. Е. Очерки развития метеорологии на Дальнем Востоке. — Л.: Гидрометеоздат, 1970. — 177 с.
- Нездюров Д. Р. Очерки развития метеорологических наблюдений в России. — Л.: Гидрометеоздат, 1961.
- Очерки развития гидрометеорологии в Средней Азии. — СПб.: Гидрометеоздат, 1993. — 440 с.
- Очерки по истории Гидрометеорологической службы России. Т. 1, 2. — СПб.: Гидрометеоздат, 1997, 1999. — 342, 263 с.
- По следам полярных путешествий. Сборник очерков по истории освоения Российской Арктики. — СПб.: Гидрометеоздат, 2005. — 87 с.

Потапов В. В. История региональной гидрометслужбы России: Курский край, 1802—2002. — СПб.: Гидрометеоздат, 2004. — 171 с.

Проблемы Арктики и Антарктики. Юбилейный выпуск 70 (к 75-летию ААНИИ). — СПб.: Гидрометеоздат, 1995. — 310 с.

Проблемы Арктики и Антарктики. Юбилейный выпуск 73. — СПб.: Гидрометеоздат, 2002. — 227 с.

Пятьдесят лет центру гидрометеорологических прогнозов. — Л.: Гидрометеоздат, 1979. — 183 с.

Развитие сельскохозяйственной метеорологии в России. — СПб.: Гидрометеоздат, 2001.

Романов И. П., Константинов Ю. Б., Корнилов Н. А. Дрейфующие станции „Северный полюс“ (1937—1991 гг.). — СПб.: Гидрометеоздат, 1997. — 214 с.

Российские исследования в Антарктике. Т. I. 1—20 САЭ. — СПб.: Гидрометеоздат, 1999. — 362 с.

Российские исследования в Антарктике. Т. II. 21—30 САЭ. — СПб.: Гидрометеоздат, 2000. — 285 с.

Российские исследования в Антарктике. Т. III. 31 САЭ — 40 РАЭ. — СПб.: Гидрометеоздат, 2001. — 342 с.

70 лет Гидрометцентру России. — СПб.: Гидрометеоздат, 1999. — 267 с.

Смирнов В. Г. От карт ветров и течений до подводных мин. Неизвестные страницы российско-американских научных и военных контактов в середине XIX века. — СПб.: Гидрометеоздат, 2005. — 239 с.

Современные исследования Главной геофизической обсерватории (к 150-летию со дня основания). Т. 1. — СПб.: Гидрометеоздат, 1999. — 323 с.

Современные исследования Главной геофизической обсерватории (к 150-летию со дня основания). Т. 2. — СПб.: Гидрометеоздат, 2001. — 329 с.

Соколов А. А., Чеботарев А. И. Очерки развития гидрологии в СССР. — Л.: Гидрометеоздат, 1970. — 310 с.

Сто шестьдесят пять лет Гидрометеорологической службе России. — СПб.: Гидрометеоздат, 2001. — 303 с.

Трешников А. Ф. Мои полярные путешествия. — М.: Мысль, 1985. — 478 с.

Трешников А. Ф. Их именами названы корабли науки. — Л.: Гидрометеоздат, 1978. — 224 с.

Ушаков Г. А. Остров метелей. По нехоженой земле (2-е изд.). — СПб.: Гидрометеоздат, 2001. — 598 с.

Федеральный закон о гидрометеорологической службе. — СПб.: Гидрометеоздат, 2000. — 16 с.

Федоров Е. К. Переговоры. — СПб.: Гидрометеоздат, 2005. — 220 с.

Федоров Е. К. Экологический кризис и социальный прогресс. — Л.: Гидрометеоздат, 1977.

Федоров Е. К. Часовые погоды. Советская Гидрометеорологическая служба. — Л.: Гидрометеоздат, 1970. — 158 с.

Шестьдесят лет центру гидрометеорологических прогнозов. — Л.: Гидрометеоздат, 1989. — 260 с.

Шикломанов И. А. Исследование водных ресурсов суши: итоги, проблемы, перспективы. — Л.: Гидрометеоздат, 1988. — 152 с.

## ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ

Том 1—3 (кн. I и II)

- Абашина Е. В. 3 I 220, 230  
Абельс Г. Ф. 1 103  
Абельс Р. Г. 1 103  
Абих Г. В. 1 197, 312  
Абрамович К. Г. 3 I 158, 159 II 42, 46  
Абузяров З. К. 3 I 165, 207 II 264, 273  
Абшаев М. Т. 3 I 271, 272  
Авдюшин С. И. 3 I 278, 321, 324, 343  
II 245, 249  
Авербух С. К. 2 223  
Аверина Л. И. 3 II 33  
Аверьянова Е. А. 3 II 91  
Агаев С. А. 3 I 356  
Агеноров В. К. 2 219, 221; 3 I 175  
Агров Б. Н. 3 II 129  
Адамов П. Н. 2 36  
Адасько В. И. 3 I 278, 282  
Аджиев А. Х. 3 I 272  
Азбель М. Е. 3 I 48  
Азбукин П. 2 147  
Айзенштат Б. А. 3 I 246  
Аксарин Н. Н. 2 224; 3 II 14, 59, 240,  
251  
Аксарина Е. А. 3 I 173, 235, 236  
Аксенов А. А. 2 221  
Аксенов В. В. 3 I 278  
Алдыбаев В. С. 3 I 46  
Алекин О. А. 2 183, 200, 201; 3 II  
227, 232  
Александр III 2 6  
Александров А. П. 3 I 252  
Александров В. П. 2 120, 219  
Александров Л. А. 3 I 278, 288 II 245,  
249  
Алексеев А. К. 2 239  
Алексеев А. С. 3 I 278  
Алексеев Г. А. 2 202; 3 I 85  
Алексеев Г. В. 3 II 275  
Алексеев Ю. К. 2 134, 135, 137; 3 I 34  
Алексей Михайлович 1 287; 3 I 5  
Алетберг В. Я. 3 I 95  
Алимов 3 I 141  
Алиханян Л. С. 3 I 356  
Аллик Р. А. 2 129  
Альперт Я. Л. 3 I 323  
Альтберг В. Я. 2 38, 199  
Альтовский В. И. 2 101, 234  
Алюшинская Н. М. 3 I 71, 95  
Амундсен Р. 3 II 132  
Ан П. А. 3 I 247  
Андерсен Р. К. 3 I 293  
Андраханова О. П. 3 II 21  
Андреев В. А. 3 I 221  
Андреев К. П. 1 67—71  
Андреев Ю. С. 3 II 12  
Андрейанов В. Г. 2 192, 202; 3 I 85  
Андрианов М. С. 2 167  
Андронов А. А. 3 I 143  
Андрусов Н. И. 2 212  
Андрющенко В. Б. 3 I 197  
Анжина Г. И. 3 I 120  
Анискин Л. В. 3 I 44  
Антонов В. П. 3 II 12  
Антонов В. С. 3 I 83, 198  
Антонов Д. В. 3 I 318  
Антонов Н. Д. 2 183, 204, 205  
Антроповский В. И. 3 I 99  
Анцыпович В. А. 3 II 92, 251  
Аполлов Б. А. 3 I 160  
Аппель И. Л. 3 II 156  
Араго Д. Ф. 1 30, 75, 77, 79, 82, 87,  
122, 123, 168, 304  
Араго Э. 1 172  
Аргаматов В. А. 3 II 91  
Аргеландер 1 157  
Аристова Л. Н. 3 II 66, 114  
Арманд Н. А. 3 I 278  
Армфельдт 1 141  
Арницк 1 139  
Арнольд В. И. 3 I 144

- Арозо 1 135  
 Арсеньев В. К. 3 II 286  
 Артамонов А. Н. 3 I 356  
 Артеменко Н. П. 3 II 143  
 Артемова Н. Е. 3 II 10  
 Аргоболевский В. И. 3 I 356 II 13  
 Архангельский Б. Ф. 2 80  
 Аршинов Б. М. 3 II 66  
 Аскинази А. И. 2 92, 114  
 Аскинази В. О. 2 47  
 Асмус В. В. 3 I 278, 288, 303, 305 II 245  
 Астапенко П. Д. 3 II 45  
 Астафьев В. А. 3 I 174  
 Астахова 3 I 123, 124  
 Аузан А. И. 2 89  
 Афанасьев Ю. А. 3 I 178, 278  
 Ахматов В. 2 62  
 Ахметзянов Р. В. 3 I 220  
  
 Бабарыкин В. К. 3 II 249, 252  
 Бабий М. В. 3 I 223  
 Бабкин В. И. 3 I 94, 102  
 Бабушкин Л. Н. 2 170; 3 I 239, 240,  
 244, 247  
 Бабушкин М. С. 2 82  
 Бабушкин О. Л. 3 I 248  
 Багдасарова Е. П. 3 II 91  
 Багров Н. А. 2 100; 3 I 117  
 Бадигин К. С. 3 II 121  
 Баев В. Ф. 3 I 356 II 13  
 Базикайло В. А. 2 121  
 Байдин С. С. 2 221; 3 I 196, 198  
 Байер В. 3 I 228  
 Бакарова О. А. 3 I 218  
 Баклунд О. А. 1 260, 283; 2 60, 62, 90  
 Балагуров А. М. 3 I 40  
 Балакирев Е. К. 3 I 246  
 Балакшин Л. Л. 3 II 133  
 Баламутов В. И. 3 II 92  
 Бальтенгаген 1 232  
 Ванников В. И. 3 I 270  
 Баранов А. М. 3 II 45  
 Баринов А. И. 3 I 218  
 Бартенева О. Д. 2 128  
 Басихес Д. А. 2 222  
  
 Батаков 1 42  
 Баталин А. М. 3 I 179, 195  
 Баташов 2 153  
 Бахирев А. К. 2 133  
 Бахирев В. Н. 3 II 21  
 Бачурина А. А. 3 I 104  
 Башалханова Л. Б. 3 II 204, 205  
 Башаринов А. Е. 3 I 275, 277, 278  
 Башкирова Г. М. 2 228  
 Бегунов Ю. К. 1 287  
 Бедарев С. А. 3 I 221, 247  
 Бедрицкий А. И. 3 I 62, 64, 278, 352  
 II 90, 259, 262, 264, 277, 278,  
 297—300  
 Безнис Л. И. 3 I 270  
 Безрук Л. Е. 3 II 91, 249, 251, 264  
 Бейер А. 2 62  
 Бейс-Балло К. Г. Д. 1 99, 119, 159,  
 160, 166, 167, 169, 171, 172, 174,  
 175, 178—183, 190, 201, 203,  
 209, 309  
 Бейтуганов М. Н. 3 I 272, 273  
 Беккель 1 176  
 Беккер А. А. 3 II 21  
 Белевич Р. Р. 3 I 178  
 Великов С. Ю. 2 187, 194  
 Белинский В. А. 2 100, 131; 3 II 177  
 Белинский Н. А. 2 220  
 Белинский О. Н. 3 I 105  
 Беллинсгаузен Ф. Ф. 1 45  
 Белобородова Г. Г. 3 I 245  
 Белов П. Н. 3 I 278, 291, 296  
 Белокуров С. А. 1 13  
 Белоусов С. Л. 3 I 110, 112, 117, 149  
 II 54, 208  
 Белоусова З. Н. 3 I 247  
 Бельская Н. А. 2 223  
 Бельчиков В. А. 3 I 87  
 Белявский А. С. 3 II 21, 23  
 Беляев Ю. А. 3 II 114  
 Беляева И. П. 3 I 222  
 Беляков А. В. 3 I 265  
 Беляков М. В. 2 94, 101  
 Беляков Н. П. 2 223  
 Бенашвили И. А. 2 220

- Бенашвили И. В. 2 221  
 Бенкрофт 1 158  
 Берг Б. С. 2 70  
 Берг Е. В. 2 199  
 Берг Л. С. 2 176, 178, 184, 185  
 Берг Э. Ю. 1 158; 2 20, 23, 176  
 Бергун А. 2 98  
 Бережных И. А. 1 45  
 Березкин В. А. 2 76, 127, 218, 220  
 Березкин Д. И. 3 I 356  
 Берестов В. Г. 3 II 253  
 Бержерон Т. 2 113; 3 I 250 II 224  
 Беринг В. 1 17, 20  
 Беркович Л. В. 3 I 114, 125 II 54  
 Берлин И. А. 3 I 31  
 Берлянд М. Е. 3 II 6, 7, 14, 249  
 Бернадский Н. М. 2 192  
 Берцелиус Я. 1 119, 123, 299  
 Берюлев Г. П. 3 I 270  
 Бескровный В. Ф. 2 36  
 Беспалов Д. П. 3 I 31, 33, 41  
 Беспалова Л. Т. 3 II 12, 33  
 Бестужев Н. А. 1 303  
 Бестужев Н. Н. 2 6  
 Бефани А. Н. 3 I 86  
 Бибинов П. П. 3 II 90  
 Биллингс С. И. 1 43  
 Бильфирдинг 1 19, 35  
 Биркган А. Ю. 3 I 110  
 Бирман Б. Г. 3 II 114  
 Бирнбаум Э. К. 3 II 177  
 Близнин Я. Г. 1 285  
 Близняк Е. В. 2 100, 173, 184  
 Бликман 1 179  
 Блинов В. Г. 3 I 278, 305 II 264  
 Блинов Л. К. 3 I 199, 202  
 Блинов Н. И. 3 II 143  
 Блинова Е. Н. 3 I 107, 108, 116—118,  
 142, 143, 147—149  
 Бобылев Л. П. 3 I 276  
 Бобышев 2 135  
 Богаевский М. С. 3 II 225  
 Богданович Ю. Н. 2 134  
 Богомазова З. Г. 2 204  
 Богородский В. В. 3 II 232  
 Богуславский 1 139  
 Богуславский Н. А. 2 174  
 Бодриков М. Г. 3 I 356  
 Бодров Е. А. 3 I 273  
 Божевиков С. Н. 3 I 44  
 Бойко А. Н. 3 I 45, 47  
 Бойко А. П. 3 I 248  
 Бойков А. Ф. 3 I 356 II 13  
 Бойль 1 35  
 Болдаков Е. В. 2 205  
 Болдырев В. Г. 3 I 278, 293, 298  
 Болдырев Н. Г. 2 128  
 Болотников Г. И. 3 I 88  
 Болотова А. Т. 2 155  
 Больцани 1 189  
 Бондарев А. А. 3 II 10  
 Бондаренко В. Г. 3 I 247  
 Бондарь А. В. 3 I 222  
 Борзилов В. А. 3 I 351  
 Борисенко В. М. 3 II 251, 264  
 Борисенков Е. П. 1 287; 3 I 278, 291,  
 296 II 67, 159, 193, 194, 239, 251,  
 263  
 Борисов Е. В. 3 I 202  
 Борисова В. В. 3 II 50, 54  
 Борисова Е. И. 3 I 138  
 Борисова Л. Г. 3 I 138  
 Борисова С. Н. 3 II 91  
 Борисоглебский Г. И. 3 I 278  
 Боровиков А. М. 3 I 268, 270 II 42, 177  
 Боровиков Л. Н. 3 I 88  
 Бородай П. А. 3 II 31  
 Борсук О. Н. 3 I 67, 68  
 Бортников С. А. 3 I 113, 157 II 47  
 Борщ С. В. 3 I 165  
 Босфор А. Р. 2 89  
 Бочков А. П. 3 I 81, 83  
 Бравэ 1 171, 172, 173, 309  
 Брандес 1 122  
 Браславский А. П. 2 193, 200; 3 I 72,  
 81, 96  
 Браун И. А. 1 19, 24, 34  
 Брегман Г. Р. 2 182, 206; 3 I 95, 163,  
 164  
 Бредихин Ф. А. 2 12, 33

- Бреховских Л. М. 3 II 232  
 Бржосовская Н. А. 1 111  
 Бровиков И. С. 2 221; 3 I 194, 205  
 Бродский А. В. 3 II 246, 252  
 Броунов П. И. 1 223, 264, 284, 285; 2  
 12, 105, 106, 110, 111, 157—165;  
 3 I 239, 245, 246  
 Бруевич С. В. 2 136, 215, 216  
 Брунс К. 1 312  
 Брусилов Г. Л. 1 72  
 Брылев Г. Б. 3 I 267—269, 272—274  
 Брюнелли Б. Е. 3 II 130  
 Брюннов 1 184  
 Брюс 1 186  
 Брюс Я. А. 2 5  
 Брюс Я. Б. 1 31  
 Бубнов Ю. М. 3 I 273  
 Бугаев В. А. 3 I 112 II 227, 231, 232,  
 238, 239, 251  
 Будаговский А. И. 3 I 228  
 Будыко М. И. 3 I 228 II 198, 232, 240,  
 251, 263  
 Бузин В. А. 3 I 88, 165  
 Бузингер 3 I 122  
 Буйницкий В. X. 2 84, 239  
 Булавко А. Г. 3 I 89  
 Булатов С. Н. 3 I 163  
 Букин Ю. И. 3 II 91  
 Булгаков Н. А. 2 42  
 Будловский Г. С. 3 I 157 II 47  
 Булеев Н. И. 3 I 104, 109, 110  
 Бунге А. 1 58—62, 64, 65; 2 59  
 Буравцев Б. Г. 3 II 208  
 Бураков Д. А. 3 I 86  
 Бурковская Е. X. 2 232  
 Бурханов В. Ф. 3 II 136  
 Бурцев А. И. 3 I 278, 291, 296 II 245  
 Бурцев И. И. 3 I 272, 273 II 252  
 Бурцев П. Н. 3 I 69  
 Бутаков Г. И. 1 53  
 Бух 3 I 338  
 Бухаров М. В. 3 I 278, 303  
 Бучинский И. Е. 2 231  
 Бушуев А. В. 3 I 278 II 275  
 Быбин Ф. И. 3 I 95  
 Быданов Н. Н. 3 II 61  
 Быдин Ф. И. 2 191, 192, 199  
 Бызов Н. И. 2 98  
 Быканов Г. П. 3 I 356  
 Быков А. В. 3 II 16  
 Быков В. В. 3 I 111  
 Быковский В. 3 I 325  
 Былов М. В. 2 126, 127, 145  
 Бьеркнес В. 2 113  
 Бьеркнес Я. 2 113  
 Бэр К. 1 48, 49, 93, 137, 147, 170, 299  
 Бяльницкий-Бируля А. С. 1 117; 2 27,  
 62, 63  
 Вавилов С. И. 3 I 252 II 184  
 Вагин Н. Ф. 3 I 198  
 Вагнер А. Ф. 1 56  
 Важник 3 I 124  
 Вайнгурт С. Г. 2 223  
 Вайпрехт К. 1 50, 51, 56, 315, 324  
 Вайсман Г. М. 3 II 249  
 Ваксенбург С. И. 3 I 267, 272, 273  
 Вакуловский С. М. 3 I 352  
 Валуев А. А. 1 230  
 Валуев П. А. 1 290  
 Вальман В. Н. 2 191, 192  
 Вангенгейм А. Ф. 2 55, 74, 75, 80, 100;  
 3 II 284, 285  
 Вангенгейм Г. Я. 3 I 139, 164 II 159, 162  
 Ваннари П. И. 2 20  
 Варагушин Ю. В. 3 II 246, 252  
 Василенко В. Н. 3 I 374  
 Васильев А. А. 3 I 105, 157 II 44, 47,  
 48, 251  
 Васильев А. С. 3 I 210, 214  
 Васильев К. П. 3 II 251—253  
 Васильев М. Н. 1 45  
 Васильев П. П. 3 I 139  
 Вастман 1 142  
 Вебер 2 145  
 Вегенер 3 I 250  
 Вейбулл 3 II 200  
 Вейль И. Г. 3 I 118, 120  
 Вейнбер Я. И. 2 177  
 Вейраух К. 1 315



- Векслер Г. 3 II 78
- Великанов М. А. 2 100, 180, 184, 185, 196, 202, 203, 207, 208; 3 I 79, 99, 160 II 224
- Величко Ф. К. 1 38, 112
- Вельнер А. А. 2 185
- Вельтищев Н. Ф. 3 I 278, 291, 292 II 251
- Вендров С. Л. 2 180, 199
- Венкебах 1 159
- Венцкевич Г. З. 3 I 171, 232, 233
- Веретенникова Г. М. 3 I 90
- Верещагин Г. Ю. 2 178, 184
- Вериго С. А. 2 169; 3 I 171, 172, 215, 216, 233
- Вернадский В. И. 1 327; 2 47, 178
- Вернов С. Н. 3 I 310
- Вершинин А. П. 3 I 96
- Вершинина Л. К. 3 I 75, 97
- Веселовский К. С. 1 98, 108, 214, 218, 220, 221, 232, 233, 238, 241, 243, 253; 2 20; 3 II 220
- Ветлов И. П. 3 I 104, 278, 291 II 245
- Вибах З. А. 3 II 144
- Вивиани 1 35
- Види 1 35
- Визе В. Ю. 1 71, 324; 2 71, 76, 80, 223; 3 II 119, 121, 122, 156, 159, 163
- Вийн-Нильсен 3 I 146
- Викторов С. В. 3 I 214, 278
- Викулина З. А. 2 193, 200; 3 I 96
- Виленский Я. Г. 3 I 205
- Вилков В. Н. 3 I 356 II 13
- Вильд Г. И. 1 19, 33, 35, 37, 38, 52, 54—56, 67, 69, 97, 104, 105, 108, 112—114, 215—221, 223, 229, 231—234, 236, 239—241, 243—246, 250, 253, 259—261, 264—266, 268—278, 283, 289—291, 311—315, 317, 318, 321, 323, 324—326; 2 20, 31, 33, 103, 104, 122, 139, 140; 3 I 37, 52—56 II 220
- Вильд Р. 2 31
- Вилькицкий А. И. 2 59, 67
- Вилькицкий Б. А. 2 67, 68, 109
- Вильчек Г. 1 50, 56
- Винниченко Н. К. 3 II 44, 54
- Виноградов Б. В. 3 I 222, 223
- Виноградов В. А. 3 I 86
- Виноградов В. В. 3 I 214
- Виноградов В. М. 3 I 164
- Виноградов Ю. В. 3 I 85—88
- Виноградова Н. Ф. 3 I 164
- Винтер 2 140
- Вирченко О. В. 3 I 222, 223
- Виткевич В. И. 2 131; 3 II 179
- Витте С. Ю. 2 10, 18, 19
- Виченко А. П. 3 I 241
- Вишневский В. I 19, 78
- Вишневский П. Ф. 3 I 83
- Владимир 1 10
- Владимиров А. М. 3 I 85
- Владычанский В. И. 2 133
- Власенко Н. Д. 3 I 247
- Власов Б. Ф. 2 241
- Власов В. А. 1 115; 2 110
- Власов А. Ф. 3 I 221
- Власова 3 I 147
- Власова Ю. В. 3 II 232
- Водогрецкий В. Е. 3 I 72, 90
- Водопьянов М. В. 2 83
- Воейков А. И. 1 18, 50, 56, 97, 111—113, 117, 118, 240, 253—255, 257, 261, 262, 264, 267, 283—286, 291, 327; 2 10, 12, 36, 37, 63, 149, 155, 161, 164, 174, 176, 177; 3 I 239 II 220
- Вознесенский Н. П. 2 151, 152
- Войт С. С. 2 224
- Волков А. М. 3 I 278
- Волков В. А. 3 II 143
- Волков В. Г. 3 I 276
- Волков Н. А. 2 239; 3 II 129
- Волков Н. Н. 3 II 91, 273
- Волков Ю. Н. 3 I 179, 195
- Володковский Д. А. 1 67, 71
- Волосюк З. И. 3 I 246
- Вольвач В. В. 3 I 217, 218, 220, 244
- Вольфун И. Б. 2 196
- Воольц И. 1 139

- Воронин В. И. 2 77  
 Воронин Ф. 1 51  
 Воронков П. П. 2 183, 193, 201  
 Воронцов А. А. 3 II 114  
 Воронцов П. А. 2 80; 3 II 44  
 Воскресенский К. П. 2 183, 204; 3 I 85  
 Воскресенский С. В. 2 136  
 Врангель Ф. П. 1 45, 48, 82, 84, 93,  
 202, 299, 313, 324; 2 87  
 Врангель Ф. Ф. 1 54  
 Вуглинский В. С. 3 I 64, 79, 96 II 254  
 Высоцкий Г. М. 3 II 198  
 Высоцкий Г. Н. 2 177  
 Вяземский В. О. 3 I 327  
 Вязилов Е. Д. 3 II 66, 114
- Гаврилов А. М. 2 194  
 Гаврилов В. А. 1 39; 3 I 42, 43  
 Гаевский В. Л. 2 228  
 Гаитман 3 I 250  
 Гайгеров С. С. 3 II 177  
 Гайнанов Х. Н. 3 II 183  
 Гаккель Я. М. 2 88, 239  
 Гаккель Я. Я. 2 80; 3 I 34 II 129, 131,  
 151  
 Галахова Т. А. 3 I 105  
 Галилей 1 32, 35, 36  
 Галин М. Б. 3 I 117, 120, 146  
 Гальперин С. М. 3 I 269, 270, 271  
 Гальцов А. П. 2 117  
 Гамалея П. Я. 1 43  
 Гамаюнов И. Р. 3 II 251  
 Гамаюнова М. С. 3 I 247  
 Ган Г. Н. 3 I 198  
 Гандин Л. С. 3 I 112, 128, 228  
 Ганькевич В. В. 2 134  
 Ганн Ю. 1 291  
 Ганской А. 2 62  
 Ганстеен 1 77, 101, 124, 142, 171,  
 173, 174, 309  
 Гараган И. А. 1 22  
 Гасилина Н. К. 3 I 340, 351, 355, 375,  
 389 II 249, 252  
 Гаслер 2 123  
 Гатич С. Д. 3 II 66, 114
- Гаурвиц 3 I 142, 147  
 Гаусс К. Ф. 1 74, 119, 121, 124, 125,  
 145, 150, 299  
 Гашина С. Б. 3 I 267, 269, 273  
 Гвоздииков А. В. 2 229  
 Гедеонов Д. Д. 2 89  
 Гей-Люссак 2 199  
 Гейнц Е. А. 2 20, 23, 174, 176  
 Гелтингрем 1 141  
 Гельман 2 123  
 Гельмгольц Н. Ф. 2 98  
 Гельмерсен Г. П. 1 48, 49, 108, 241,  
 243, 266  
 Гельстрём 1 131  
 Ген А. А. 3 I 243  
 Гендельман М. М. 3 I 99  
 Генри Д. 1 162  
 Генценберг 1 122  
 Георгиевский В. Ф. 3 I 220, 222  
 Георгиевский В. Ю. 3 I 94, 102  
 Гер 2 61  
 Герасимов М. Н. 2 129  
 Гергезель 2 75  
 Герман В. Х. 3 I 210  
 Герман М. А. 3 I 278  
 Гермогенов М. Т. 3 I 248  
 Геррик 1 142, 143  
 Герсеванов И. П. 2 175  
 Гершель Дж. 1 93, 119, 122, 127, 129,  
 139, 143, 149, 152, 158  
 Геслер 1 272  
 Гесс 1 141, 159  
 Гёте И. В. 1 25, 39  
 Гильберг Д. 1 120  
 Гильденскиольд Р. С. 3 II 6  
 Гинзбург Б. М. 3 I 164, 165  
 Гинзбург В. Л. 3 I 323  
 Гинзбург Л. 3 I 95  
 Гинко С. С. 2 183, 198; 3 I 69  
 Гиргенсон 1 33, 144, 160, 170  
 Гирс А. А. 2 239; 3 I 139 II 162  
 Гирс Н. К. 1 67  
 Гладких Г. А. 2 153  
 Глазова О. П. 3 I 104  
 Глазовский В. А. 3 I 356

- Глазунов В. Г. 3 I 159 II 46, 47, 51  
 Глазунова Г. А. 3 II 12  
 Глейшер Д. 1 279  
 Глешер 1 172  
 Глубоков В. Н. 3 I 83  
 Глуховский Б. Х. 3 I 194, 205, 210  
 Глушков В. Г. 2 133, 175—178, 180,  
 181, 184, 185, 207  
 Глушкова Н. И. 3 I 105  
 Гмелин И. Г. 1 22—24, 288  
 Гобартон 1 171  
 Говард 1 39, 240  
 Говтвань Д. Г. 3 II 33  
 Гоголева Е. И. 3 II 42  
 Годунов К. Д. 3 II 177  
 Голицын Б. Б. 1 38, 71, 97, 282; 2 12,  
 32—39, 40—44, 59—61, 90, 92,  
 141, 142  
 Голицын Г. С. 3 II 239  
 Головач Н. Ф. 3 I 265  
 Головки В. А. 3 I 278, 297  
 Головин А. В. 1 99, 205, 213, 214,  
 225, 226, 228, 232, 307  
 Головин В. М. 1 45  
 Голубев В. В. 1 103; 3 I 102  
 Голубев В. С. 2 196; 3 I 80, 81, 96  
 Голубев Ю. Л. 3 II 254  
 Голубцов В. В. 3 I 87  
 Гольнин П. О. 1 19  
 Гольшев Г. И. 3 I 265, 321 II 178,  
 181—183, 187  
 Гольборн 1 156  
 Гольм Т. С. 3 I 274  
 Гольцберг И. А. 3 I 239  
 Гольцман М. И. 2 120, 123, 138; 3 I 39  
 Гомоюнов К. А. 3 II 118  
 Гончаров В. Н. 2 135, 136  
 Гончарова Т. А. 3 I 237  
 Горбатов Е. В. 3 I 220  
 Горбачев В. А. 3 I 223  
 Горбачев М. С. 3 I 344  
 Гордеев В. Д. 2 136  
 Гордиенко П. А. 2 239; 3 II 129, 132  
 Горелик А. Г. 3 I 266, 268, 270, 271,  
 276, 277  
 Горковенко А. С. 1 305—307  
 Горланов А. 1 21  
 Горлач И. А. 3 I 158, 159 II 51  
 Горностаев Н. В. 3 I 273  
 Городецкий О. А. 3 I 31 II 251  
 Горохов В. 2 64, 65  
 Горошко Б. Б. 3 II 7  
 Горышин В. И. 1 39; 3 I 42  
 Гранитов И. Г. 3 I 244  
 Гребеников Г. Ф. 2 151, 153  
 Грей 1 159  
 Грейнер 1 160  
 Гречачевский И. В. 3 I 356 II 13  
 Грибанов Н. Н. 3 II 225  
 Грибоедов С. Д. 1 274; 2 16, 20, 23,  
 26, 47  
 Григоркина Т. Е. 3 I 102  
 Григорович Д. П. 2 88  
 Григорьев Д. Я. 3 II 114  
 Григорьев С. В. 2 185  
 Григорьева А. А. 2 153  
 Григорьян В. Т. 3 II 12, 27  
 Гридасов В. Ф. 3 I 219, 220, 247  
 Гризодубова В. С. 2 117  
 Гринвич 3 II 200  
 Грингоф И. Г. 3 I 172, 219, 220, 245—  
 248 II 249, 252  
 Гриневич Г. А. 3 II 199  
 Гриненко Л. А. 3 I 243  
 Громов М. М. 2 117  
 Грудева А. Я. 3 I 218, 220, 234, 243  
 Груза Г. В. 3 II 114, 251, 263  
 Грузинов В. М. 3 I 190, 194 II 253  
 Грушевский М. С. 3 I 86  
 Груши Э. 2 86  
 Грушка И. Г. 3 I 247  
 Грушин П. Д. 3 I 323  
 Губанов В. А. 3 II 91  
 Губарчук В. Н. 3 I 274  
 Гудкович З. М. 3 II 156  
 Гудьма А. М. 3 I 273  
 Гук 1 32  
 Гулев С. К. 3 I 194  
 Гулинова Н. В. 3 I 172, 223, 234, 247  
 Гультияев Я. П. 2 89

- Гумбель 3 П 200  
 Гумбольдт А. 1 19, 23, 24, 30, 75—84,  
 86, 87, 101, 121, 122, 126, 154,  
 168, 178, 250, 294, 298, 299, 301,  
 304, 309, 324  
 Гурвич А. С. 3 I 275  
 Гуревич М. И. 2 206  
 Гуров В. П. 3 П 42  
 Гурьянова Е. Ф. 3 П 132  
 Гусев А. И. 1 4; 3 П 91, 264  
 Гусев А. М. 2 221, 224  
 Гусев С. И. 3 I 79  
 Гусева Н. Н. 3 I 159 П 50  
 Гусейнов Ю. Б. 3 П 91  
 Гутерман И. Г. 3 П 45, 46, 59, 68, 114  
 Гэмар 1 295  
 Гюго 1 172  
 Гюйо 1 162
- Давид Р. Э. 2 166, 167  
 Давидан И. Н. 2 225; 3 I 194, 209  
 Давитая Ф. Ф. 3 I 62, 172, 233, 239,  
 240 П 198  
 Давыдов Е. Н. 3 I 318  
 Давыдов Л. К. 2 178; 3 I 160  
 Давыкин В. 3 П 92  
 Дадаая А. С. 3 П 28  
 Далакишвили А. И. 3 I 356  
 Даниелов С. А. 3 I 241, 248  
 Даниель Дж. Г. 1 127, 128  
 Данилов А. И. 3 П 274, 275  
 Данилова С. Т. 3 П 6  
 Дашкевич Л. Л. 3 I 43  
 Девиер А. Д. 2 147  
 Деглесов М. С. 3 I 356  
 Дегтярев А. И. 3 I 123  
 Дегтярева Г. В. 3 I 234  
 Дежнев С. 2 210  
 Деларив 1 157  
 Делиль И. Н. 1 19, 23, 33, 36, 42, 288  
 Де-Лонг Дж. 1 62  
 Делюк 1 35  
 Демидов Н. 1 67  
 Денисов Ю. М. 3 I 87  
 Деревянко А. Н. 3 I 172, 234
- Дерюгин К. К. 2 222; 3 I 204  
 Дерюгин К. М. 2 178, 184, 193  
 Деяшкин Р. В. 3 П 190  
 Джексон 2 75  
 Джемс 1 172, 173, 176  
 Джоган Я. Е. 2 101, 180, 232  
 Джонс 3 I 129  
 Джорджи В. А. 3 П 43  
 Джуриин Дж. 1 288  
 Дзердзеевский Б. Л. 2 117  
 Дзюбенко Е. В. 3 I 278  
 Дивинская Б. Ш. 3 I 267  
 Димаксян А. М. 2 183, 191; 3 I 69  
 Диневич Л. А. 3 I 271  
 Дмитренко В. П. 3 I 221, 228, 234  
 Дмитриев А. Г. 2 36  
 Дмитриев Н. В. 2 117  
 Добровольский А. Д. 2 100  
 Доброумов Б. М. 3 I 74  
 Добрынин А. И. 2 223  
 Добрышман Е. М. 3 I 117, 118, 149  
 Дове Г. В. 1 94, 119, 126, 145, 147,  
 148, 151, 153, 155, 159, 160, 168,  
 171—178, 180, 190, 201, 204, 209,  
 299, 301, 306, 309, 310  
 Докучаев В. В. 2 157, 161  
 Долгий-Трач В. А. 3 I 220  
 Долгов Н. Е. 2 175, 204  
 Доманицкий А. П. 2 182, 194  
 Домбковская Е. П. 3 I 276, 278, 291,  
 294  
 Доминик 2 75  
 Домрачев П. Ф. 2 184, 191  
 Донкин 1 172  
 Донченко Р. В. 3 I 95  
 Дородницын А. А. 3 I 107  
 Дорожкин Н. С. 3 I 269  
 Доронин Ю. П. 3 П 159  
 Дорófеев Е. В. 3 I 276  
 Досов В. Н. 3 I 278, 297  
 Дроздов В. И. 3 П 90  
 Дроздов О. А. 1 263; 2 99, 233; 3 I 28  
 П 193  
 Дубенцов В. Р. 2 117; 3 I 104  
 Дубинский В. X. 2 23

Дубровин Н. Ф. 2 12  
Дуванин А. И. 2 219, 221; 3 I 194, 204  
Дудолодав Ю. П. 3 I 318  
Дудукал В. С. 3 I 99  
Дукерт 2 76  
Дутчак С. В. 3 II 17  
Душкин П. К. 3 I 110  
Дузэ 1 77, 101

Дымников В. П. 3 I 115  
Дэвис Дж. 1 159  
Дюбин В. Н. 3 I 247  
Дюбюк А. Ф. 2 116; 3 I 104, 109  
Дюков Л. Т. 2 222  
Дюма 1 302  
Дюперрэ 1 124, 133  
Дядюченко В. Н. 3 I 278

Евдокимова С. Т. 3 II 12, 17, 27, 33  
Егоров И. Е. 3 I 197  
Егоров Н. И. 2 223  
Егоров С. Т. 3 I 276, 278  
Едерин Э. 2 60, 61  
Екатерина II 1 63, 199; 2 5; 3 I 5  
Еловенко М. В. 3 I 218  
Елян Э. В. 3 II 46  
Емельянова Л. Н. 3 I 220  
Епинус Ф. У. 1 24  
Ершов А. А. 3 II 181  
Ефимцев Н. Е. 2 225  
Ефремова Н. Д. 3 I 164

Жарканов М. И. 3 I 356  
Жданова Л. Н. 3 II 66  
Жевакин С. А. 3 I 276  
Железняк И. А. 3 I 86  
Железняков А. 3 I 321, 322  
Железняков Г. В. 2 134  
Желтая Н. Н. 3 I 172, 234  
Жестовский Н. Е. 2 133, 134  
Жидиков А. П. 3 I 88  
Жилинский И. И. 2 174  
Жилинский С. И. 2 89  
Жилияев А. П. 3 I 178  
Жовтобрюх А. И. 3 II 90  
Жохов А. Н. 2 67

Жуков В. А. 3 I 217, 241, 242 II 205  
Жуков В. Ю. 3 I 271  
Жуковский Н. Е. 1 115, 279, 280  
Жуковский Н. Н. 2 135  
Жупанов В. Д. 3 II 92  
Жу્યાлов К. С. 3 I 268  
Журавлев В. В. 3 I 272  
Журавлев С. П. 2 72

Заброда О. К. 3 I 218  
Заварина М. В. 2 98  
Завируха В. К. 3 I 268, 270, 272  
Завьялов К. Д. 2 183, 191; 3 I 41, 69  
Загоскин Л. А. 1 45  
Загребяев В. А. 3 I 278  
Задков В. Н. 3 II 129  
Зайков Б. Д. 2 172, 173, 180, 200, 202,  
203

Зайцев А. Н. 3 I 197  
Зайцев А. С. 3 II 33  
Зайцев Н. И. 3 I 99  
Зайчиков П. Ф. 3 II 177, 181, 182  
Заклинский А. Б. 3 I 197  
Залесский П. К. 2 89  
Залиханов М. Ч. 3 II 243  
Замышляев В. И. 3 I 99  
Зарина А. А. 2 99  
Заславский Г. М. 3 I 146  
Заславский М. М. 3 I 206  
Застенкер А. Ф. 3 I 36, 48  
Затонский М. Я. 3 II 143  
Затучная Б. М. 3 I 202  
Захаров В. Е. 3 I 206  
Захаров В. К. 3 II 90  
Захаров В. М. 3 I 26 II 191, 241, 249,  
252  
Захаров Я. Д. 3 II 177  
Захарченко Н. Е. 2 225  
Захарчук Е. А. 3 I 177  
Зачек С. И. 3 I 41, 47  
Зворыкин Н. 3 I 56  
Здорик Ю. М. 2 241  
Зеленой С. И. 1 52, 53, 205, 206  
Земихов 1 216  
Зильберштейн И. А. 3 I 356

- Зильберштейн О. И. 3 I 210 II 273  
 Зинченко В. В. 3 I 174  
 Зинченко В. П. 3 I 236, 237  
 Златин А. Л. 3 I 36  
 Змиева Е. С. 3 I 163  
 Знаменский В. А. 3 I 92  
 Знаменская Н. С. 3 I 99  
 Зойдзе Е. К. 3 I 225, 241, 242 II 199  
 Золотухин А. А. 3 II 252, 292, 293  
 Зотин М. И. 3 I 198  
 Зубарев Н. А. 3 I 232, 233  
 Зубов Н. Н. 2 78, 80, 100, 215, 218,  
 221, 223, 224; 3 I 175 II 119, 120,  
 122, 135, 224  
 Зубов Ю. Ф. 3 II 296  
 Зуев В. Е. 3 II 191  
 Зюринг 2 75
- Иванников А. П. 3 I 274  
 Иванов А. А. 3 I 198, 270, 271, 274 II  
 183, 184, 252  
 Иванов А. Б. 3 I 342  
 Иванов А. Е. 2 222  
 Иванов А. П. 3 II 191  
 Иванов В. 1 215; 2 303  
 Иванов В. А. 3 II 246, 252, 264  
 Иванов В. В. 1 53; 3 I 83, 86, 198  
 Иванов Г. С. 2 220; 3 I 194  
 Иванов И. Н. 1 45  
 Иванов К. Е. 2 199; 3 I 70, 73, 90, 95  
 Иванов Л. 1 21  
 Иванов М. С. 3 I 318  
 Иванов Н. А. 2 133  
 Иванов Н. М. 3 II 198  
 Иванов Р. Н. 2 135  
 Иванова А. Р. 3 I 158 II 50, 54  
 Иванова Н. С. 3 II 191  
 Иванова Т. В. 3 I 273  
 Иванова-Зубкова Н. З. 3 I 233  
 Ивановский А. И. 3 I 278  
 Игнатенко П. М. 2 231  
 Иеленек К. 1 312  
 Извеков Б. И. 2 118; 3 I 107  
 Измаильский А. А. 2 157
- Измайлова А. В. 3 I 102  
 Израэль Ю. А. 3 I 26, 62, 64, 188, 278,  
 339, 341, 343, 351, 354, 358 II 20,  
 29, 34, 231, 232, 239, 240, 242,  
 243, 249, 251, 252, 262, 277,  
 293—295  
 Ильин Б. М. 3 I 111  
 Ильин В. С. 2 185  
 Ильин М. И. 3 II 229  
 Ильинский О. К. 3 I 179  
 Имянитов И. М. 3 II 45  
 Иогансон Е. И. 2 191, 192  
 Иоселев Я. Х. 2 228  
 Иосифьян А. Г. 3 I 278, 282  
 Иоффе Г. М. 3 I 278  
 Иоффе М. М. 3 I 265  
 Иоффе С. С. 3 II 115  
 Исаев А. А. 3 I 218  
 Исаева Г. Н. 3 I 278, 291  
 Исаков И. С. 2 222  
 Истомина В. Г. 3 I 311  
 Истошин Ю. В. 2 220
- Кабанов П. Г. 2 120, 167  
 Кабатченко И. М. 3 I 206, 207  
 Кавендиш 1 33  
 Каганский А. С. 3 II 59, 114  
 Кадышников В. М. 3 I 113  
 Кайгородов А. И. 2 52  
 Кайзерлинг А. А. 1 93  
 Калацкий В. И. 3 I 210 II 273, 274  
 Калашников В. В. 3 I 277  
 Калганов Е. А. 3 II 90  
 Каленикович 3 I 115  
 Калинин Г. П. 2 203; 3 I 88, 161  
 Калинина Г. В. 3 II 12  
 Калитин Н. Н. 2 75, 76, 92, 126, 127,  
 138, 145; 3 II 177, 184  
 Калман 3 I 129, 130  
 Калугина Г. Ю. 3 I 158  
 Калужный И. Л. 3 I 98  
 Каминский А. А. 1 231, 263, 275; 2  
 47, 75, 76, 98, 178, 185  
 Каминский М. Н. 3 II 129, 132

- Канаев Н. 1 22, 23  
 Канкрин Е. Ф. 1 77, 87, 126, 127, 156, 295, 298  
 Карамзин А. Н. 1 112  
 Карасев А. Б. 3 I 278  
 Карасев И. Ф. 3 I 67—69, 100  
 Караушев А. В. 2 183; 3 I 86, 100  
 Карачевский-Волк А. О. 2 175  
 Каретенкова Л. А. 3 I 223  
 Каркадинов Н. 1 21  
 Карлини 1 139  
 Кармов Х. И. 3 I 277  
 Карнаухова В. В. 3 I 221  
 Карнеев Е. В. 1 87  
 Кароль Б. П. 1 109, 260  
 Кароль И. Л. 3 II 251, 263  
 Карпинский А. П. 2 70, 73, 75, 178, 184  
 Карпов А. В. 1 4; 3 I 278, 296 II 264  
 Карпов В. И. 3 II 10  
 Карцивадзе А. И. 3 I 272  
 Кассо Л. А. 2 27, 28  
 Кастелли Б. 1 36  
 Кастин О. М. 3 II 208  
 Кастров В. Г. 2 167; 3 II 177  
 Католиков В. М. 3 I 99  
 Кауфман Ф. П. 1 242, 249, 250  
 Кац А. Л. 3 I 139  
 Качурин Л. Г. 3 I 272  
 Кашеваров А. Ф. 1 45  
 Кашинский П. А. 2 200  
 Кедровливанский В. Н. 1 111; 2 232  
 Кейн 1 178  
 Келдыш М. В. 2 100; 3 I 328  
 Келлер 2 203  
 Келлер Л. В. 2 118; 3 I 107  
 Кельчевская Л. С. 3 I 217, 240, 241 II 198  
 Кембел 1 38  
 Кеминк 1 160  
 Кемц Л. М. 1 93, 108, 166, 172, 190, 215, 238, 249, 251, 261, 278, 289, 299  
 Кеппен В. П. 1 216, 313; 2 104, 105  
 Керенен 2 75  
 Керсновский Б. А. 2 105  
 Кетле А. 1 94, 119, 121—125, 128, 129, 132, 133, 138—140, 142, 143, 148, 149, 154, 167, 169—171, 173—177, 200, 299, 301, 303, 306, 309, 310  
 Кибель И. А. 2 100, 118; 3 I 104, 107—111, 113, 142  
 Кильяминов В. В. 3 I 165  
 Кирдзахия М. 2 99  
 Кириличева К. В. 3 I 172, 234  
 Киричков 3 I 120  
 Кирьянов С. В. 3 I 195  
 Кирюхин Б. В. 2 228  
 Киселев Б. А. 3 II 264  
 Кицин М. Д. 2 129  
 Клавен А. Б. 3 I 99  
 Кладо Т. Н. 2 80, 167  
 Клеванцова В. А. 3 I 47  
 Клейбер В. Г. 2 174, 205  
 Клемин И. А. 2 117  
 Кленова М. В. 2 219, 221  
 Клер О. Е. 1 103  
 Клещенко А. Д. 2 4; 3 I 218—220, 222, 223, 225 II 249, 252, 264  
 Клинген И. Н. 1 285  
 Клоков В. Д. 3 II 274  
 Клоссовский А. В. 1 111, 264, 267; 2 161  
 Клюкин Н. К. 3 II 59, 113  
 Кмито А. А. 3 I 47, 57  
 Книпович Н. М. 2 65, 70, 135, 178, 185, 212, 213, 218  
 Кнор 1 145, 146  
 Кнудсен 2 135  
 Князев А. К. 3 II 92  
 Князев Л. В. 3 I 277  
 Кобелев И. А. 2 98  
 Кобышева Н. В. 3 II 200, 251, 263  
 Ковалев Н. П. 3 II 66, 114  
 Коваленко В. А. 3 I 222  
 Ковальчук Г. Н. 3 I 247  
 Ковтанюк Ю. П. 3 I 356  
 Коган Л. И. 2 240  
 Коган Р. М. 3 I 320, 323, 325  
 Коган Я. Э. 2 224

- Кожушко В. И. 3 II 264  
 Козельцева В. Ф. 3 I 139  
 Козинец Д. В. 3 I 243  
 Козицкий Н. И. 2 221  
 Козлов В. П. 3 I 278, 296  
 Козлов М. И. 3 II 129, 132  
 Козлов Н. П. 3 I 26, 278  
 Козловский С. С. 2 89  
 Козодеров В. В. 3 I 278, 306  
 Кокин Г. А. 3 I 278 II 189, 245, 249  
 Кокшаров Н. И. 1 76, 96  
 Колла 1 142  
 Колобаев А. Н. 3 I 79  
 Колокольцев Н. Л. 2 199; 3 I 95  
 Коломейцев Н. И. 2 63  
 Колосков И. А. 3 I 351  
 Колосков П. И. 2 170; 3 I 239, 240  
 II 198  
 Колосов М. А. 3 I 275  
 Колотовкин И. В. 3 II 92  
 Колупайло С. И. 2 185  
 Колчак А. В. 1 72, 260; 2 63; 3 II 135  
 Колчина А. К. 3 II 12  
 Комаров В. Д. 3 I 87, 162, 163  
 Комаров В. С. 3 I 278, 296  
 Комаровский С. В. 3 I 242  
 Комлев А. М. 3 I 86  
 Комов И. М. 2 155  
 Комоцкая Л. В. 3 I 172, 234  
 Кондратьев Г. М. 3 I 56  
 Кондратьев К. Я. 3 I 222, 223, 278,  
 294, 304 II 232, 239  
 Кондратьев Н. Е. 2 183, 208; 3 I 99  
 Кондратьев П. А. 2 98  
 Конов А. Ф. 3 I 220, 222, 243  
 Коновалов Д. А. 3 I 102  
 Коноплев Н. И. 2 151  
 Консетт Т. 1 288  
 Константин Николаевич 1 170, 262, 307  
 Константинов А. Р. 3 I 96, 218, 228,  
 240, 241  
 Контарев Г. Р. 3 I 115  
 Конторщиков А. С. 3 I 233  
 Конторщикова О. М. 3 I 172  
 Конюхов В. Г. 3 I 356 II 13, 14, 21  
 Конюхов Н. А. 3 I 247  
 Копалиани З. Д. 3 I 99 II 252, 254  
 Копрова Л. И. 3 I 293, 298  
 Копылов А. П. 2 183  
 Копылов Н. А. 2 184, 185  
 Корбан В. Х. 3 I 271  
 Кордзахия 3 I 120  
 Корень В. И. 3 I 87, 88, 161  
 Коржавин Ф. 1 43  
 Корзун В. И. 3 I 26, 62, 63, 79, 101 II  
 252—254  
 Корнеев В. А. 3 I 247  
 Корнеева Л. И. 3 I 247  
 Корнилов Н. А. 3 II 250, 274  
 Корнилович А. О. 1 236  
 Коробова Е. Н. 3 I 247  
 Коровин А. И. 3 I 218, 242  
 Королев М. А. 3 I 237  
 Королев С. П. 3 I 311 II 184  
 Корольков Я. И. 1 110  
 Коростелев Н. А. 2 20, 23  
 Короткевич В. М. 2 99  
 Короткевич Е. С. 3 II 250  
 Коротких В. Н. 3 II 90  
 Корчеха Ю. М. 3 I 99  
 Корьяин А. А. 2 135  
 Косаков Э. Х. 3 I 40  
 Косенко В. М. 3 II 246, 252  
 Костарев В. В. 3 I 265—268, 270 II 181  
 Костычев П. А. 2 157, 159  
 Костяницын М. И. 3 I 198  
 Котляков В. М. 3 II 232  
 Котов И. С. 3 II 129, 130, 132  
 Котов Н. Ф. 3 I 265, 266  
 Котт Л. 1 288  
 Коцебу О. Е. 2 210  
 Кочерин Д. И. 2 185, 202—205  
 Кочин А. В. 3 II 183  
 Кочин Н. Е. 2 100, 118; 3 I 107, 142  
 Кочукова Т. Н. 2 204  
 Кравец В. В. 3 II 190  
 Кравченко И. В. 2 234  
 Красильников А. 1 21  
 Краноперов М. Н. 3 II 143  
 Краснянская В. П. 3 I 234, 236



- Красов В. И. 3 II 26  
 Красовский Н. В. 3 II 199  
 Краузе 1 33, 270  
 Крафт Г. В. 1 18, 19, 24, 36  
 Крафт В. 1 28  
 Крашенинников С. П. 1 21, 23, 24  
 Крейг 3 I 142  
 Крейль 1 132, 142, 168, 170—173, 200  
 Креницын П. П. 1 41  
 Кренкель Э. Т. 2 83  
 Креславский Г. 1 160  
 Крестовский О. И. 3 I 72, 80, 90  
 Кречмер М. В. 3 II 182  
 Креш 1 183  
 Кржижановский Г. И. 2 178  
 Кривошея Н. В. 1 67  
 Кригер Г. А. 1 218—221  
 Крицкий С. Н. 2 202—205  
 Кричак О. Г. 2 234  
 Кричак С. О. 3 I 114  
 Кров 1 38  
 Кровотынцев В. А. 3 I 278, 303, 306  
 Кройер Л. Д. 1 21  
 Кропоткин П. А. 1 50  
 Кроун 1 54  
 Круглов Р. А. 3 I 42, 44  
 Круглова 3 I 123  
 Крузенштерн И. Ф. 1 44, 45; 3 II 178  
 Крутских Б. А. 3 II 250, 274  
 Крученицкий Г. М. 3 II 191  
 Крылов А. Н. 1 73, 74; 2 42, 44—48,  
 92, 109, 133, 135  
 Крылов Н. С. 3 I 146  
 Крылов Ю. М. 3 I 205, 209  
 Крысов В. П. 3 II 92  
 Крюйс К. И. 1 15, 16, 31, 288  
 Куделин Б. И. 3 I 89  
 Кудрицкий М. Л. 1 110  
 Кудрявая К. И. 2 220; 3 I 165  
 Кузенков А. Ф. 3 II 182  
 Кузин П. С. 2 180, 202, 203  
 Кузнецов А. А. 3 II 130  
 Кузнецов А. Д. 3 I 278  
 Кузнецов В. В. 3 I 114, 115, 279; 2 16,  
 120, 124, 134—137, 191; 3 II 177,  
 178  
 Кузнецов В. И. 2 196; 3 I 72, 96 II 21  
 Кузнецов Е. С. 2 116  
 Кузьменко В. Н. 3 I 318  
 Кузьмин П. П. 2 200, 204; 3 I 96, 97  
 Кузьмин Ю. И. 3 I 220  
 Кузьминых И. П. 3 I 34 II 273  
 Кулагин Ю. М. 3 I 324  
 Кулаков А. А. 2 94  
 Кулаков Н. П. 3 II 264  
 Кулик М. С. 2 170; 3 I 171, 216—218,  
 233, 234  
 Куликов В. А. 3 I 221  
 Кунавин В. А. 2 153  
 Кунин В. Н. 2 180  
 Куницын С. 1 21  
 Куприянов В. В. 2 183; 3 I 78 II 254  
 Куо 3 I 122  
 Купфер А. Я. 1 180—188, 190—194,  
 196—198, 200—211, 214, 215,  
 217, 224—229, 238, 240, 243,  
 258, 261, 264—266, 270, 271,  
 276, 283, 289, 294, 295, 297—  
 299, 300—311, 327; 2 86, 87, 102,  
 103; 3 I 6, 51—53 II 219  
 Курбаткин Г. П. 3 I 118, 120, 123, 149  
 Курдюмов Б. С. 3 II 10  
 Курт 1 160  
 Куртнер А. В. 2 120  
 Курторга 1 124  
 Курчатов И. В. 3 I 339  
 Кутуза Б. Г. 3 I 275, 277  
 Кухарский Н. И. 3 II 90  
 Кучеренко А. В. 3 I 356  
 Кучеров Н. В. 3 I 33 II 181  
 Кучиев Ю. С. 3 II 143  
 Кучмент Л. С. 3 I 87, 88, 161  
 Лабанов Н. Н. 3 II 90  
 Лабицке К. 3 I 332, 336, 337  
 Лавренов И. В. 3 I 168  
 Лаврентьев М. А. 2 100  
 Лавров В. А. 3 II 66  
 Лавров С. А. 3 I 96, 98  
 Лагутин Б. Л. 2 221; 3 I 194, 204, 210  
 Лагутин М. Ф. 3 II 191  
 Лазарев М. П. 1 45; 2 86

- Лазаренко Н. Н. 2 222; 3 I 194, 210, 214  
 Лактионов А. Ф. 2 80  
 Ла-Кур 2 73, 75  
 Ламанов В. И. 3 II 114  
 Ламон 1 169—173, 306, 309  
 Ламсон И. 1 139  
 Лапин А. Г. 3 I 218, 220  
 Лаппо С. Д. 3 II 120  
 Лаппо С. С. 3 I 191, 194  
 Лаптин 1 170  
 Лапшин В. В. 3 I 194  
 Ларионов А. 1 67  
 Ластовецкий Е. И. 3 I 195, 204  
 Латкин Л. В. 1 56  
 Лаурсен 2 75  
 Лебедев А. Н. 2 230; 3 II 193, 194  
 Лебедев Б. М. 3 II 181  
 Лебедев В. Н. 2 178, 180, 191, 192, 205  
 Лебедева В. М. 3 I 236  
 Лебедева Л. И. 3 I 174  
 Лебедева Н. В. 3 I 104 II 42  
 Лебедева О. Н. 2 99  
 Лебедь Л. В. 3 I 247  
 Леваковский И. Ф. 2 173  
 Леверье У. Ж. 1 119, 176, 177, 183, 184, 191—194, 200, 203, 204, 210, 310  
 Левиков С. П. 3 I 210  
 Левинсон Г. Н. 2 178  
 Ледер И. З. 2 222  
 Леднев А. Ф. 2 136, 137  
 Леднев В. А. 2 221  
 Ледохович А. А. 3 II 131  
 Лейбниц 1 17, 35  
 Лейст Э. Е. 2 105  
 Лейтман И. Г. 1 19, 37  
 Леляевский Н. С. 2 133, 174  
 Ленгмюр И. 3 I 251  
 Ленин В. И. 2 50; 3 I 12  
 Ленц Р. Э. 1 56, 68, 140, 147, 233, 299, 316, 317, 323  
 Ленц Э. Х. 1 80—82; 2 210  
 Леонов Н. Г. 3 II 251  
 Леонова Е. А. 3 I 75  
 Леонтьева Е. А. 2 99  
 Лермантов В. В. 2 124  
 Лесли 1 36  
 Лесовский С. С. 1 221  
 Леушин Н. И. 2 80  
 Лешкевич Т. В. 3 I 157 II 47  
 Либин Я. С. 3 II 121  
 Ливий Т. 1 37  
 Лидерс Г. Г. 3 I 276  
 Линберг В. Ф. 3 I 198  
 Линд 1 172  
 Линева А. Г. 3 I 273  
 Линейкин П. С. 3 I 190, 194  
 Линней 1 33  
 Лисер И. Я. 3 I 165  
 Лисянский Ю. Ф. 1 44; 2 210  
 Литвинова З. Р. 3 I 220  
 Литке Ф. П. 1 45, 47, 48, 51, 53, 93, 217, 221, 222, 229, 230, 234, 246, 248, 299, 307, 308  
 Личикаки В. А. 3 I 234  
 Личков Б. Л. 2 185, 195  
 Ллойд 1 124, 127, 137, 144, 158  
 Лобанов В. Ю. 3 I 214  
 Лобов И. Е. 3 I 356 II 13, 21  
 Логунов В. Ф. 3 I 271  
 Ложье 1 172  
 Лойдис А. П. 2 135  
 Ломоносов Е. Г. 3 I 110 II 45  
 Ломоносов М. В. 1 25—30, 32, 34, 40, 41, 43; 2 209  
 Лоренц 3 I 121, 143, 144, 146  
 Лосев В. М. 3 I 114  
 Лоттер Г. К. 2 191  
 Лохтин В. М. 2 173, 174, 199  
 Лоч Б. Ф. 2 129  
 Лоцилов В. С. 3 I 278  
 Лубнин М. Г. 3 I 172, 234  
 Лужная Н. П. 2 223  
 Лужнов В. И. 3 I 356  
 Лукашин М. А. 2 184, 185  
 Лукин В. В. 3 II 143, 174, 274  
 Лупачев Ю. В. 3 I 198  
 Лурье П. М. 3 II 252  
 Лыло В. М. 3 I 86, 88

- Лысенко В. В. 3 I 99  
 Лысенко Е. В. 3 II 189  
 Львович М. И. 2 180, 183, 206; 3 I 89,  
 160  
 Любимов А. Н. 3 I 110  
 Любославский Г. Н. 1 111  
 Лужинас Р. К. 3 I 356 II 13  
 Люттик П. М. 3 I 86  
 Ляпин А. Н. 3 I 99  
 Ляхницкий В. Е. 2 178  
 Ляхов А. А. 3 II 49, 50
- Мазин И. П. 3 II 42  
 Майдель Э. В. 1 54, 55, 215—217  
 Майер Ф. 1 5, 18, 26  
 Макаревич Т. Н. 2 183, 206  
 Макаров С. О. 1 54, 72, 97, 327; 2 59,  
 60, 62, 132, 134, 211—213  
 Макарова Т. А. 3 I 198  
 Макенхауэр 3 I 119  
 Маккавеев В. М. 2 199, 207; 3 I 95  
 Маккавеев Н. И. 2 208; 3 I 99  
 Максвелл 3 II 200  
 Максименкова Т. А. 3 I 172, 174, 234  
 Максимов А. А. 3 II 254  
 Максимов В. С. 3 II 14  
 Максимов И. А. 3 I 71, 72  
 Максимов И. В. 3 II 126  
 Максимович Н. И. 2 173  
 Маланичев С. А. 3 I 273  
 Малахов С. Г. 3 I 351  
 Малиновская А. П. 1 111  
 Малкевич М. С. 3 I 278, 296, 298  
 Малофеев Л. И. 3 I 276  
 Малышев А. Б. 3 I 321  
 Мальцев Н. С. 3 I 220  
 Мальченко Е. В. 2 36, 153  
 Мамаев Е. В. 3 I 243  
 Мамонтов Н. В. 3 II 66  
 Мамонтова Л. И. 3 II 227  
 Мамонтова Р. А. 3 I 241  
 Мануйлов К. Н. 3 I 36 II 252  
 Маркелов Б. Ф. 2 135  
 Маркин С. В. 3 II 33  
 Марков А. А. 2 21
- Марков Ф. А. 2 181  
 Марковец И. М. 3 I 356 II 13, 21  
 Мартинс 1 172  
 Мартуганов Р. А. 3 II 66  
 Мартыщенко В. А. 3 II 252, 273—275  
 Мартьянов В. Л. 3 II 274  
 Марунчи С. В. 3 I 90  
 Марфенко О. В. 3 II 182  
 Марчук Г. И. 3 I 104, 110, 112, 114,  
 115, 118, 130, 143, 144, 192, 278,  
 303 II 186, 232, 239  
 Масенкис А. С. 3 II 178  
 Маскер Э. 1 97  
 Масленников В. И. 3 II 129, 132  
 Масловская А. Ф. 3 I 234  
 Мастинская С. Б. 3 I 233  
 Матвеев З. М. 2 222  
 Матвеев Ю. Л. 3 I 278  
 Матвиенко Г. Г. 3 II 191  
 Матиссен Ф. А. 2 63  
 Матсухи 1 209  
 Матухно В. Н. 3 I 243  
 Матушевский Г. В. 3 I 206, 207, 210  
 Матье 1 172  
 Маховер З. М. 3 II 46, 47, 52  
 Машкович С. А. 3 I 110, 112, 117—  
 119, 149, 150  
 Мегель Е. Ю. 3 II 191  
 Медведев П. П. 3 I 214  
 Медлер 1 190  
 Мейер 2 140  
 Мейер Р. А. 2 98  
 Меладзе Г. Г. 3 I 234  
 Мелентьев В. В. 3 I 276, 294  
 Мелешко В. П. 3 II 239, 240, 251, 263,  
 264  
 Мельник Ю. А. 3 I 271, 272, 273  
 Мельник Ю. С. 3 I 172, 234  
 Мельников В. М. 3 I 271  
 Мельников С. А. 3 II 275  
 Мельничук Ю. В. 3 I 270, 271, 274  
 Менделеев Д. И. 1 26, 266, 280, 315,  
 327; 2 59, 115; 3 II 177  
 Менетрие Э. П. 1 80  
 Менкель М. Ф. 2 202—205

- Меньшиков А. С. 2 86  
 Мерал Д. 1 23  
 Мерилис 3 I 118  
 Мерцалов А. Н. 3 I 104, 105, 111  
 Мерцалова Н. Б. 3 I 194  
 Мерцалова О. Б. 3 II 114  
 Месерлянс Г. Г. 3 I 99  
 Месяц Е. В. 3 II 90  
 Метальников А. П. 3 I 26 II 253, 263  
 Мещанинова Н. Б. 3 I 172, 233  
 Миддендорф А. Ф. 1 50, 51, 78  
 Микей Н. И. 2 201  
 Милехин О. Е. 3 I 278, 279, 288, 303, 306  
 Миллер Г. Ф. 1 21—24, 158  
 Миллер Ф. 1 211, 214; 2 102  
 Мильберг 1 52  
 Милюков П. И. 3 I 88, 161  
 Милаев В. Б. 3 II 21  
 Милаев Н. А. 3 II 130, 131  
 Минервин В. Е. 3 II 42  
 Минина Л. С. 3 I 279, 291, 292  
 Митник Л. М. 3 I 294  
 Миттаг-Леффлер П. 2 60  
 Митьков М. Ф. 2 6  
 Михайлов А. Н. 3 II 229  
 Михайлов В. И. 3 I 178  
 Михайлов В. М. 3 I 198  
 Михайлов Н. Н. 3 II 66, 114, 273  
 Михайлов Н. Ф. 3 I 276  
 Михель В. М. 2 80, 98  
 Михельсон В. А. 1 38; 2 121, 125, 127, 140, 158, 161  
 Мкртчян Р. С. 3 I 234, 247  
 Могилева А. М. 3 I 245, 247  
 Можайский А. Ф. 1 280  
 Моисейчик В. А. 3 I 171, 173, 215, 216, 227, 233—235  
 Мокиевский В. М. 3 I 222, 243  
 Мокляк В. И. 3 I 86  
 Мокроусова З. И. 3 I 356 II 13, 249, 264  
 Мокшанов В. И. 3 I 273  
 Молчанов И. В. 2 135, 193, 195  
 Молчанов П. А. 2 47, 48, 55, 70, 71, 75, 76, 80, 92, 116, 130—132, 137, 151; 3 II 178, 180, 181, 184  
 Мольтке 2 87  
 Мон Х. 1 323  
 Монин А. С. 2 224; 3 I 109, 117, 122, 144 II 232  
 Монси М. 3 I 228  
 Моргунов Ю. А. 3 I 220, 243  
 Мордвинов Н. А. 3 I 245  
 Мордовин Н. 1 215; 2 103  
 Мори 1 168, 172, 173, 181, 303—307, 310  
 Мориц Г. 1 189, 197  
 Морков И. Д. 1 114, 116  
 Морской Г. И. 3 I 104, 117  
 Морэн 2 75  
 Мульгановский Б. П. 1 283, 324; 2 36, 42, 114, 116, 124; 3 I 137, 140, 141 II 119, 224, 284  
 Муминов Ф. А. 3 I 221  
 Муравьев Н. М. 1 197  
 Муранов А. П. 3 I 67  
 Мурчисон Р. 1 47  
 Муро 2 149  
 Муромцев А. М. 2 224; 3 I 182, 189, 194 II 253  
 Муртсон 1 158  
 Мусаелян Ш. А. 3 I 117, 279, 291  
 Мустьель 3 I 337  
 Мучник В. М. 3 I 267, 270  
 Мушкетов Д. И. 2 178  
 Мызина Т. И. 3 I 234  
 Мюллер И. К. 1 103, 310  
 Мюллер Ф. 2 140, 142  
 Мямлин Г. Д. 3 I 218  
 Мясецев И. И. 2 69  
 Набиев Х. Р. 3 I 220  
 Нагурский И. И. 2 214  
 Назаров В. А. 2 191, 223  
 Назаров И. М. 3 I 359, 374 II 240, 252  
 Назарова М. Н. 3 I 321, 325  
 Назарян Л. Г. 3 I 356 II 13  
 Назиров М. 3 I 279, 303  
 Накоренко Н. Ф. 2 80, 98  
 Налимов Ю. В. 3 I 198  
 Нансен Ф. 1 66; 3 II 132, 151

- Наполеон 2 86  
 Наровлянский Г. Я. 3 II 46  
 Наумов А. П. 3 I 276  
 Небольсин С. И. 2 47, 52, 113, 114, 185, 196  
 Недзейко В. Р. 3 II 91  
 Недошивина Т. Г. 3 II 232  
 Нежиховский Р. А. 2 206; 3 I 88, 165  
 Нездюров Д. Ф. 1 34, 37, 109, 279; 2 232  
 Неймайер I 316  
 Нелезин А. Д. 3 I 195  
 Нелепо Б. А. 3 I 279  
 Немчинов С. В. 3 I 111  
 Непоклонов Б. В. 3 I 278  
 Непоп К. И. 3 I 356  
 Нервандер И. И. 1 119, 129, 131, 136—138, 142—144, 159, 296, 299, 300  
 Нерон I 9  
 Нестеров Е. С. 3 I 169  
 Нестор 1 10; 2 172  
 Неушкин А. И. 3 II 114  
 Нечаева Н. Т. 3 I 246  
 Низдойминога Г. Л. 3 I 272  
 Никандров В. Я. 2 228  
 Никитин В. Ф. 3 I 218—220  
 Никитин И. С. 2 137  
 Никитин М. М. 3 II 129  
 Никитин П. А. 3 I 279, 303  
 Никитин С. И. 2 175  
 Никитина Д. И. 3 I 243  
 Никитина Л. М. 3 I 247  
 Никифоров М. В. 3 I 220, 222, 321  
 Никифоров П. М. 2 42  
 Никифорова А. Т. 3 I 247  
 Николаев В. Д. 3 II 33  
 Николаев М. Н. 2 82  
 Николаев Н. М. 3 II 127  
 Николаев П. Н. 3 I 265, 266  
 Николаев Ю. В. 3 II 159  
 Николай I 1 6  
 Николай II 2 29  
 Никольский А. Н. 2 80  
 Никшич И. И. 2 185  
 Нис Г. 1 188  
 Ницер Ф. 1 37; 2 123  
 Ничипорович А. А. 3 I 228  
 Новиков 2 140  
 Новиков А. Г. 3 I 172, 217  
 Новиков Г. В. 3 II 91  
 Новиков Н. 2 172  
 Новиков С. М. 3 I 73, 90  
 Новожилова Н. К. 3 I 320  
 Новоселов А. И. 3 I 276  
 Ногтиков А. Н. 3 II 61  
 Норватов А. М. 2 180, 183, 205  
 Норденшельд Н. А. Э. 1 57, 144, 324; 2 60, 61, 77  
 Нурбердыев М. 3 I 246  
 Ньютон И. 1 29  
 Оболенский В. Н. 2 38, 75, 76, 80, 129, 151, 227; 3 I 250 II 224  
 Оболенский Н. Н. 2 151  
 Оболенская М. Н. 2 151  
 Образцов И. Н. 3 I 74  
 Обручев В. А. 3 II 287  
 Обухов А. М. 3 I 108, 109, 112, 120, 122, 144 II 232  
 Обухов В. М. 3 I 227, 232  
 Огиевский А. В. 2 191, 192, 202, 203  
 Огородников Б. И. 3 I 217, 219, 221, 222  
 Огурлев В. С. 3 I 269  
 Одноворец П. Д. 2 205  
 Озерский 1 124  
 Окушко А. А. 3 I 215, 217—219, 233  
 Олевинский К. Р. 2 99  
 Ольдекоп Э. М. 2 177, 203  
 Олюнин Ю. В. 3 II 253  
 Омшанский М. А. 3 II 58  
 Онгстрем К. 2 125  
 Оникул Р. И. 3 II 7, 17  
 Онуфриенко Л. Г. 3 I 83  
 Оппоков Е. В. 2 174, 177, 184  
 Орадовский С. Г. 3 I 195, 202 II 253  
 Орбели И. А. 3 II 223  
 Орзаг 3 I 119  
 Орлов А. В. 1 29

- Орлов Б. П. 2 100  
 Орлов В. Н. 3 I 222  
 Орлов В. П. 3 II 131  
 Орлова В. В. 3 II 193  
 Орлова Е. М. 3 I 104  
 Орловский Н. С. 3 I 246  
 Осипов Ю. С. 3 I 178, 356  
 Остеркин М. Е. 3 II 130, 132  
 Островская К. А. 2 99  
 Остякин М. Е. 2 80  
 Отоцкий П. В. 2 176  
 Охинченко А. И. 3 I 85  
 Охлябинин 3 I 56  
 Охлябинин С. Д. 1 38, 111  
 Охрименко В. А. 3 I 223  
 Ошеров В. Е. 3 II 90  
 О'Эджель 1 153
- Павленко В. Г. 2 225; 3 I 218  
 Павлов Н. Ф. 3 I 271  
 Павлова В. Н. 3 I 230  
 Павлова К. К. 3 I 98  
 Павловский Н. И. 2 178  
 Пагава С. Т. 2 100, 116; 3 I 137, 138,  
 141  
 Пайер Ю. 1 50, 51  
 Палагин А. Г. 3 I 173, 235  
 Панаев Ф. М. 1 110  
 Панаскин Г. И. 3 I 218  
 Панин Б. Д. 3 I 296  
 Панков А. И. 3 II 12, 25  
 Панфиловский А. А. 3 I 221  
 Папанин И. Д. 2 77, 83, 238; 3 II 121,  
 288  
 Парский Н. Д. 2 95  
 Пасецкий В. М. 1 287  
 Пасечнюк А. Д. 3 I 217, 218, 220, 243  
 Пасечнюк Л. Е. 3 I 241  
 Пасов В. М. 3 I 173, 174, 217, 235,  
 236, 243  
 Пастрюлин М. К. 2 136  
 Пахомов Л. А. 3 I 279, 296, 297, 304  
 II 245  
 Пахомова А. С. 3 I 202  
 Пахтусов П. К. 1 45
- Пегоев А. Н. 3 I 222  
 Пегоев Н. Н. 3 I 222  
 Педашенко А. 2 62  
 Педь Д. А. 3 I 139  
 Пененко 3 I 115  
 Пенк А. 2 203  
 Пенькова Н. В. 3 I 102  
 Пенязь Л. А. 3 I 276, 277  
 Перевощиков Д. М. 1 30; 2 148  
 Переяслова Н. К. 3 I 321  
 Пермьяков И. А. 3 I 220  
 Перрей А. 1 157, 158  
 Персин С. М. 3 I 41, 44  
 Перунова М. С. 2 99  
 Перфильев Б. В. 2 136  
 Першин А. В. 2 129  
 Песков Б. Е. 3 I 105, 132  
 Песчанский И. С. 2 239; 3 II 129  
 Петелин М. Ф. 2 112  
 Петерман А. 1 47, 48, 50, 51  
 Петерсон И. 2 73  
 Петр I 1 14—18, 31, 199, 287; 2 5,  
 172, 209; 3 I 5  
 Петрашин В. П. 3 I 247  
 Петренко И. Е. 3 I 321, 325  
 Петренко Н. В. 3 I 104 II 42, 45—47,  
 246, 252  
 Петриченко И. А. 3 I 105  
 Петров В. Н. 3 I 342, 351  
 Петров Э. Н. 3 I 223  
 Петрова З. П. 2 204  
 Петрова М. В. 3 II 246, 252, 264  
 Петрович В. В. 3 I 251  
 Петрович В. И. 3 II 90  
 Петровский А. А. 2 42  
 Петросянц М. А. 2 225; 3 II 43, 239  
 Петрушевский В. А. 3 I 273  
 Петунин И. М. 3 I 233  
 Петуховы 2 140, 142  
 Пивоварова З. И. 3 II 201  
 Пиккок Дж. 1 149, 150  
 Пилипок В. К. 3 I 243  
 Пиль 1 158  
 Пим 1 163  
 Пименов 1 94

- Пинус Н. З. 3 II 43, 45, 47, 177  
 Пиньковский С. И. 2 183; 3 I 99  
 Пиотрович В. В. 2 199; 3 I 88, 163  
 Пичугин А. П. 3 I 303  
 Плечков В. М. 3 I 276  
 Плешко Б. С. 3 II 90  
 Плохенко Ю. В. 3 I 279, 296  
 Плучик С. Л. 3 I 172, 234  
 Побегова Т. А. 3 I 172  
 Поггендорф 1 88, 169  
 Поггенполь В. А. 1 110  
 Погосян Х. П. 2 116; 3 II 42  
 Погребов Н. Ф. 2 185  
 Погудин А. П. 3 I 218  
 Подсечина 3 I 164  
 Покровская И. А. 3 I 47  
 Покровская Т. В. 1 263  
 Покровский О. М. 3 I 279, 296, 298  
 Покудов В. В. 3 I 179, 195, 213  
 Покумейко Ю. М. 3 I 351  
 Полевая Л. И. 3 I 241  
 Полевой А. Н. 3 I 173, 217, 218, 234,  
 235, 241, 247, 248  
 Полонский В. Ф. 3 I 197, 198  
 Полосков С. М. 3 I 321  
 Поляков 2 136  
 Поморцев И. И. 2 89  
 Поморцев М. М. 2 15; 3 II 177  
 Пономарев Б. П. 3 I 217, 233  
 Пономаренко Г. П. 2 220  
 Попов А. Н. 3 I 74  
 Попов А. С. 2 60  
 Попов А. Ф. 2 15  
 Попов В. И. 2 42, 55  
 Попов В. П. 2 170; 3 I 178, 239  
 Попов В. Р. 2 66  
 Попов Г. В. 2 89  
 Попов Е. Г. 2 206; 3 I 88, 162 II 251,  
 252, 254  
 Попов И. В. 2 183, 194, 208; 3 I 99, 100  
 Попов О. В. 2 183; 3 I 74  
 Попов П. Г. 2 148—152  
 Попов С. В. 3 II 126  
 Попов-Веденский Н. И. 2 223  
 Попова Т. П. 3 I 279, 291  
 Порошин В. С. 1 260  
 Порчхадзе Д. Л. 2 98  
 Постнов А. А. 3 II 273  
 Потапов А. С. 2 234  
 Потемкин И. Г. 3 II 183  
 Потуридис Г. Г. 3 I 342, 356  
 Похилко Л. К. 3 II 90  
 Преображенский Ю. В. 2 219, 221,  
 223; 3 I 177  
 Пржевальский Н. М. 2 176  
 Прессман А. С. 3 I 358  
 Прессман Д. Я. 3 I 114  
 Привалова И. В. 3 I 194  
 Приходько Г. Ф. 2 223  
 Прокофьев Г. А. 3 II 177  
 Проппер 1 158  
 Проскураков А. К. 2 183, 191; 3 I 67  
 Проскураков Б. В. 2 182  
 Простяков С. М. 2 117  
 Протасов Э. П. 3 I 75  
 Протасов Ю. Д. 2 127  
 Протасьев М. С. 2 183, 194; 3 I 71, 83  
 Протодряконов М. М. 2 204, 205  
 Протодряконов Н. 2 64, 65  
 Протопопов И. Д. 2 219, 223  
 Протопопов Н. Г. 3 I 36, 41  
 Процеров А. В. 2 I 69; 3 I 171, 216, 233  
 Прядченко А. Н. 2 191  
 Прямиков С. М. 3 II 275  
 Пуголовкин В. В. 3 II 66, 114  
 Пузыревский Н. П. 2 185  
 Пуйше Э. 1 211; 2 94, 114  
 Путилин В. 2 147  
 Путохин В. А. 3 II 187  
 Пушечников А. 2 175  
 Пушистов П. Ю. 3 II 14  
 Пушкарев В. Ф. 2 188; 3 I 95  
 Пушков Н. В. 2 80  
 Пчелко И. Г. 3 II 42, 45, 47, 246, 252  
 Пэрье 1 302  
 Пятыгина К. В. 3 I 111  
 Рабинович Ю. И. 3 I 276  
 Рабуле Е. 1 74  
 Равдин И. А. 3 II 89, 91, 249

- Раглесс 3 I 249  
 Разумова Л. А. 3 I 171, 172, 215, 216,  
 232, 233  
 Ракипова 3 I 118  
 Раунер Ю. Л. 3 I 241  
 Рахманов В. В. 3 I 90  
 Рацимор М. Я. 3 II 46, 51  
 Рачулик В. И. 3 I 220, 222, 223  
 Ребиндер 1 130, 136, 138  
 Резников Г. П. 3 I 39  
 Рей Ж. 1 32  
 Рейзвих О. Н. 3 I 246  
 Реймер 1 169  
 Рейнеке М. Ф. 1 46, 202, 299, 305,  
 306; 2 87, 102, 213  
 Рейтенбах Р. Г. 3 II 59, 114  
 Реомюр 1 19, 33, 35, 141, 208, 241, 270  
 Реутович Д. 2 155  
 Решетов В. Д. 3 II 177, 182  
 Решетов Г. Д. 3 II 46, 50  
 Ржаницын Н. А. 3 I 98  
 Ржеллинский Г. В. 3 I 194, 207, 210  
 Рикорд 1 305  
 Рихман 1 36  
 Рихтер 2 140  
 Рихтер В. В. 3 II 6  
 Ришар 2 122, 129  
 Робинзон 1 129, 133  
 Ровинский Ф. Я. 3 I 351 II 249  
 Рогов М. М. 3 I 198  
 Роде А. А. 3 II 232  
 Родевич В. М. 2 173, 184  
 Родионов Н. А. 3 I 198  
 Рождественский А. А. 2 99  
 Рождественский А. В. 3 I 86  
 Рождественский Б. Г. 3 I 34 II 182, 252  
 Рожков В. А. 3 I 177, 194, 210  
 Розе Н. В. 2 47, 75, 76  
 Розен 2 61  
 Романов В. В. 3 I 70  
 Романов Г. Н. 3 II 10  
 Романов Е. В. 3 I 37  
 Романов И. П. 3 II 143  
 Романов Н. Н. 3 II 43  
 Ромашин В. В. 3 I 99, 198  
 Рорданц К. К. 2 122, 139  
 Росби 3 I 142, 147  
 Росс Д. 1 135, 300  
 Росс Ю. К. 3 I 222, 228, 235  
 Рочев А. А. 3 II 264  
 Рошин А. Г. 3 I 34  
 Рубинова Ф. Э. 3 I 90  
 Рубинштейн Е. С. 1 263; 2 98, 99, 233;  
 3 I 28  
 Рубинштейн М. В. 3 I 157, 159 II 46,  
 47, 50  
 Рублев П. А. 3 I 271  
 Руденко А. И. 3 I 239, 243  
 Руденко С. И. 2 192  
 Рудовиц Л. Н. 2 219  
 Рудовиц Л. Ф. 3 II 119  
 Руженцова И. Н. 3 II 10  
 Румянцев П. Н. 3 I 279  
 Румянцев С. К. 2 136  
 Рундо А. М. 2 185  
 Русакова А. В. 3 I 247  
 Русакова Т. И. 3 I 237  
 Русанов В. А. 1 72; 2 66, 69, 70  
 Руховец Л. В. 3 I 111  
 Рыбаков Е. Т. 3 I 265  
 Рыбкин С. И. 2 207  
 Рыбников А. А. 3 I 194  
 Рыжих Е. П. 3 II 61  
 Рыжков А. В. 3 I 272  
 Рыжков К. П. 3 II 252  
 Рыжков Н. И. 3 I 344, 346  
 Рыкачев М. А. 1 6, 19, 50, 52, 53, 55,  
 56, 67, 71, 76, 81, 92, 100, 114—  
 116, 196, 201, 202, 211, 212, 215,  
 217—221, 228, 231, 236, 239,  
 240, 246, 249, 253, 254, 261, 264,  
 270, 272—274, 276, 277—283,  
 290, 292, 317, 320, 322—325,  
 327; 2 12—25, 27—32, 36, 47, 59,  
 61, 63, 64, 87, 90, 92, 105, 149,  
 150, 161, 176, 178; 3 I 52, 53 II  
 177, 220  
 Рыкачев М. М. 2 92, 93  
 Рымша Г. В. 3 I 69  
 Рюэль 3 I 144



- Рябинин А. И. 3 I 178, 202  
 Рябинин В. Э. 3 I 166, 168 II 273  
 Рябошапко А. Г. 3 I 358  
 Рябушинский Д. П. 1 114, 115, 279  
 Рябушинский Ф. П. 1 115, 116
- Саар Я. П. 3 I 356 II 13  
 Сабина И. Г. 3 I 247  
 Саваренский А. Д. 2 202  
 Саватюгин Л. М. 3 II 274  
 Савельев Р. Н. 2 107  
 Савельева И. Л. 3 II 203, 205  
 Савинов С. И. 1 34, 262, 263, 283; 2  
 20, 23, 47, 105, 121, 124, 126,  
 137, 145; 3 I 45, 46 II 177, 184
- Савич А. 1 48, 49  
 Саврасов В. И. 3 II 230  
 Савченкова Е. И. 3 I 164  
 Сагрето 1 32  
 Садоков В. П. 3 I 111, 139  
 Садовский М. А. 3 I 339  
 Сакулин 1 232  
 Салихов Р. С. 3 I 278  
 Саломатов П. 1 34  
 Сальман Е. М. 3 I 267—269, 273  
 Сальникова Н. И. 3 I 218  
 Самойлов А. И. 2 153; 3 I 104  
 Самойлов И. В. 3 I 195, 198  
 Самойлова В. А. 2 117  
 Самойлович Р. Л. 2 70  
 Сасько Н. И. 3 II 21  
 Самохин А. Ф. 2 192  
 Самров 3 I 147  
 Самсоний Л. Н. 3 I 34  
 Санторио 1 33  
 Сапожников А. А. 2 232  
 Сапожникова С. А. 3 I 233, 239 II 59,  
 114, 198
- Сарандинаки Н. М. 1 118  
 Саткевич А. А. 2 178, 185  
 Сафронов Г. Ф. 3 I 204  
 Саэки Т. 3 I 228  
 Сварчевский В. Н. 2 228; 3 I 35, 48  
 Звердруп Х. 2 73, 75  
 Зверлова Л. И. 3 I 236, 241
- Свидский П. М. 3 I 320, 324, 325 II 245  
 Свисюк И. В. 3 I 172, 234  
 Свищев А. И. 3 II 90  
 Свиязев И. И. 1 92  
 Святкина О. А. 3 I 241 II 205  
 Святский Д. О. 1 287  
 Сгибнева Л. Н. 3 I 204  
 Седов Г. 1 72  
 Седунов Ю. С. 3 I 26, 341, 343, 351 II  
 231, 241, 249, 252  
 Селезнев Г. Д. 2 222  
 Селезнева Е. С. 2 80, 98  
 Селиванов А. С. 3 I 278, 285  
 Селюк Е. М. 2 183, 193, 229  
 Селянинов Г. Т. 2 168, 169; 3 I 239  
 II 198, 224
- Семендлев К. А. 3 II 208  
 Семенов В. А. 3 I 79 II 66, 114, 252  
 Семенов-Тянь-Шанский П. П. 1 67, 97,  
 283; 2 33, 36, 42, 46, 62, 176  
 Семенов Ф. А. 1 117; 2 148, 152  
 Семенова М. Ф. 1 117  
 Семилетов В. И. 3 I 276  
 Семова Р. В. 3 II 10  
 Сенин В. Н. 3 II 12  
 Сенников В. А. 3 I 241  
 Сенько П. К. 3 II 129, 132  
 Сергеев Г. М. 3 II 198  
 Сергеев И. С. 2 67  
 Середа Г. А. 3 I 341  
 Серпик Б. И. 3 I 85  
 Сибирцева А. А. 2 205  
 Сивачок С. Г. 3 II 66  
 Сивков С. И. 2 151, 232  
 Сиволяс Г. Г. 3 II 249, 264  
 Сикорский И. И. 2 88, 92  
 Сильвестр 1 10  
 Сильницкая М. И. 3 I 165  
 Симов В. Г. 3 I 198  
 Симонов А. И. 3 I 195, 198, 199, 202  
 II 253  
 Симонов И. М. 1 45, 74, 78, 82, 87, 299  
 Симонов Н. В. 3 II 199  
 Симпсон 2 75  
 Синай Я. Г. 3 I 146

- Синельщиков В. В. 3 I 217, 218, 233,  
 242, 243  
 Сиротенко В. Г. 3 I 241  
 Сиротенко О. Д. 3 I 173, 217, 218,  
 230, 235 II 252  
 Сиротов 3 I 207  
 Сисмонда Е. 1 164  
 Ситников И. Г. 3 I 111  
 Ситникова М. В. 3 I 222  
 Скакальский Б. Г. 3 I 69  
 Скаков А. А. 3 II 14  
 Скачкова И. Ф. 3 I 33, 46  
 Скотт Р. 1 323, 326  
 Скрипник Н. П. 3 I 351  
 Скриптунов Н. А. 3 I 198  
 Скриптунова Е. Н. 3 I 158 II 50, 54  
 Скуе А. Р. 3 I 69  
 Слесарев В. А. 2 88  
 Смеркалов В. А. 3 I 318  
 Смирнов 1 120  
 Смирнов 2 147  
 Смирнов А. С. 2 181  
 Смирнов В. А. 3 I 247  
 Смирнов В. Г. 3 I 279 II 275  
 Смирнов В. И. 3 II 59, 253  
 Смирнов Д. А. 1 114  
 Смирнов К. И. 2 183  
 Смирнова С. И. 3 I 217, 219, 241  
 Смирнова Т. И. 3 I 270  
 Смит Д. 2 163  
 Смоляницкий В. М. 3 II 275  
 Снежинский В. А. 3 II 227  
 Снитковский А. И. 3 I 105, 132  
 Сниценко Б. Ф. 3 I 99  
 Соболев Л. Г. 2 222  
 Собчак А. А. 3 I 93  
 Собченко Е. А. 3 I 178  
 Совершаева Г. Д. 3 I 204  
 Советов В. С. 2 178  
 Советов С. А. 2 176, 178, 180  
 Соколов А. А. 2 180, 183, 187, 193,  
 194, 202; 3 I 60, 63, 64, 71, 85 II  
 252, 254  
 Соколов Б. Л. 3 I 75  
 Соколов В. Н. 3 II 58  
 Соколов Н. Н. 2 174  
 Соколов Н. П. 2 170  
 Соколов С. И. 3 II 181  
 Соколов С. С. 3 I 327  
 Соколовский В. Г. 3 I 26, 343, 358  
 II 17, 20, 32  
 Соколовский Д. И. 3 II 227  
 Соколовский Д. Л. 2 180, 183, 202—205  
 Солдатова И. И. 3 I 165  
 Соловьев В. И. 3 I 278, 279, 298  
 Соловьев Г. Н. 3 I 48  
 Сомов М. М. 2 239; 3 II 125, 129, 132,  
 134, 135, 169, 250  
 Сонечкин Д. М. 3 I 120, 129, 144—  
 147, 150, 279, 291  
 Соркина А. И. 3 I 194  
 Соскин И. М. 2 219; 3 I 194, 204  
 Соскюр 2 141  
 Сошников А. М. 3 II 274  
 Спасский М. Ф. 1 200  
 Спенглер О. А. 2 185; 3 I 72  
 Сперанский В. А. 2 229  
 Спиридонов Ю. Г. 3 I 279, 303, 306  
 Спрог В. Е. 2 184  
 Срезневский Б. И. 1 223; 2 52, 105,  
 106, 120  
 Срезневский И. Б. 3 II 181  
 Стадник В. В. 3 II 201  
 Стакле П. П. 2 185  
 Сталин И. В. 2 6, 240  
 Старр 3 I 142  
 Станюкович М. Н. 1 45  
 Стасенко В. Н. 3 I 270 II 264  
 Сташко В. Н. 3 II 90  
 Стеклов В. А. 2 47  
 Степаненко В. Д. 3 I 265, 267—269,  
 270, 273, 275  
 Степанова В. М. 3 I 247  
 Стерин А. М. 3 II 66  
 Стернзат М. С. 1 111; 2 128, 232; 3 I  
 33, 36, 39  
 Стокс 1 38  
 Столыпин П. А. 2 6  
 Страшная А. И. 3 I 172, 174, 227,  
 234, 247

- Страшный В. Н. 3 I 234 II 249, 252, 264  
 Стрижевский В. А. 3 I 278  
 Строгонова М. А. 3 I 243  
 Струве В. Я. 1 166, 258  
 Струве О. В. 1 108, 241, 243, 259, 266  
 Струзер Л. Р. 3 I 41, 81  
 Стукалова Н. Н. 3 II 66  
 Стукин Е. Д. 3 I 343, 351, 352  
 Стюарт 1 186  
 Сульберг Х. 2 113  
 Сумочкина Т. Е. 3 I 247  
 Супрун В. Ф. 3 II 90  
 Суражский Д. Я. 3 I 36  
 Сутовский В. М. 3 I 279, 298  
 Сысоев Н. Н. 2 121, 183, 191  
 Сычев Ю. Ф. 3 II 114  
 Сэбин Э. 1 119, 123—127, 129, 131—  
 134, 136, 140, 145, 150—153,  
 155—159, 163—166, 168, 170—  
 175, 182, 184—189, 204, 295,  
 297, 299—301, 303, 304, 306, 309  
  
 Таборовский Н. Л. 2 116  
 Такенс 3 I 144  
 Тан-Богораз В. Г. 2 70  
 Тарабаньков Д. И. 3 I 356  
 Тарабукин И. А. 3 I 276  
 Тарасов В. 1 67  
 Тарасов Н. И. 2 221  
 Тарасов Н. Н. 2 219  
 Тарбеев Ю. В. 3 II 239, 250, 252, 253  
 Тарловский Г. И. 2 175, 204  
 Татарский В. И. 3 I 145  
 Таубер 2 141  
 Таубер Г. М. 3 I 194  
 Тверской П. Н. 2 80, 129, 138; 3 II  
 184, 227  
 Тебуев Х. Х. 3 I 234  
 Теверовский Е. Н. 3 II 10, 11  
 Тенакадате 2 75  
 Тер-Арутюнов Г. М. 3 II 61  
 Терешкова В. 3 I 325  
 Терзиев Ф. С. 3 I 185, 194 II 252, 253  
 Тернавский И. И. 3 II 10  
 Тесленко В. П. 3 II 252  
  
 Тигунцев Л. А. 3 II 143  
 Тилло А. А. 1 261, 277; 2 174  
 Тиме Н. С. 3 I 275  
 Тимирязев К. А. 2 157, 161  
 Тимонов В. В. 2 193, 219, 220, 221,  
 223; 3 I 194, 204, 210 II 227  
 Тимонов В. Е. 2 178, 185  
 Тимофеев В. Т. 3 II 129, 131, 137  
 Тимофеев Ю. М. 3 I 279, 296  
 Тимохов Л. А. 3 II 275  
 Тимошенко Г. Л. 3 I 222  
 Тимченко И. А. 2 122  
 Тисков Ф. 1 67  
 Титлов М. А. 3 II 125  
 Титов В. И. 3 I 279  
 Титов Л. Ф. 2 219; 3 I 194, 209  
 Тихомиров А. Н. 2 234  
 Тихомиров Е. И. 1 21, 287; 2 233  
 Тихомирова 3 I 132  
 Тихонов А. Н. 2 100  
 Тихоновецкий В. В. 2 225  
 Тищенко А. П. 3 I 279, 306  
 Тищенко О. П. 3 II 23  
 Ткачева Ю. В. 3 II 54  
 Тленбеков О. К. 3 I 198  
 Токолдошев С. Т. 3 I 356  
 Толкачев А. Я. 3 II 253  
 Толль Э. В. 1 64—66, 71, 260; 2 59,  
 62—65; 3 II 131  
 Толстиков Е. И. 2 224; 3 I 26 II 136,  
 231, 250, 253  
 Толстой Д. А. 1 231, 232  
 Томпсон 3 I 143  
 Тооминг Х. Г. 3 I 235  
 Торричелли Э. 1 35  
 Тренин В. А. 3 II 264  
 Тренина И. С. 3 I 303  
 Тресковский Н. Н. 1 202, 205, 206,  
 211, 214, 218, 219; 2 87  
 Третьяков В. 1 21  
 Третьяков В. Д. 2 123, 124; 3 I 40, 41  
 Трешников А. Ф. 2 224, 239; 3 II 129,  
 132, 133, 136, 232, 250  
 Трипольский В. И. 3 II 21  
 Трифонов Г. П. 3 II 182, 183

- Трифонов Л. Н. 3 I 318  
 Трифонов Ю. В. 3 I 278, 282, 283, 286  
 Троицкий А. В. 3 I 276  
 Троицкий С. И. 2 97, 98  
 Тросников И. В. 3 I 144  
 Трофимов Я. 1 67  
 Троцин К. В. 2 98  
 Трубецкой П. П. 1 117  
 Трубецкой С. П. 2 6  
 Трудовой А. Ю. 3 I 278, 288  
 Трумэн Г. 2 240  
 Трындин 2 140  
 Туаль 1 160  
 Тузов А. И. 2 101  
 Тузов А. М. 2 234  
 Тулинов Г. Ф. 3 I 279, 318 II 191, 245  
 Тулинов С. Г. 3 I 318  
 Тумашев К. А. 1 96, 97  
 Тумашева М. Ф. 1 97  
 Тунеголовец В. П. 3 I 213  
 Туполев А. Н. 3 II 45  
 Турченков Н. С. 3 I 221  
 Тхамоков Б. Х. 3 I 271—273  
 Тэйлор Т. Г. 1 120  
 Тябин Н. И. 3 II 250  
 Тяботов А. Е. 3 II 190  
 Тягин Е. А. 1 68  
  
 Уланова Е. С. 3 I 171, 172, 174, 216,  
 227, 233, 234 II 249, 252  
 Ульянич И. Г. 3 II 66  
 Урванцев Н. Н. 2 72  
 Урываев В. А. 2 181—183, 196—198,  
 227; 3 I 60, 62, 72, 80, 97, 99, 101  
 II 251, 252  
 Урываев П. А. 3 I 179  
 Усачев В. Ф. 2 183; 3 I 279  
 Усольцев В. А. 3 I 35, 48  
 Успенский А. Б. 3 I 278, 279, 296—  
 298 II 245  
 Успенский Б. Д. 2 116; 3 I 104  
 Устюжанин Б. С. 3 I 74  
 Уханов В. В. 2 180, 191  
  
 Ушаков Г. А. 2 72, 82; 3 II 115, 127,  
 285—287  
 Ушаков П. В. 2 219  
  
 Фаас В. А. 2 128; 3 I 42  
 Фабрикант Г. Н. 2 151  
 Фальзенбаум А. И. 3 I 194  
 Фаренгейт Г. Д. 1 19, 32, 33, 141  
 Фаркхарсон Д. 1 120  
 Фатеев Е. М. 3 II 199  
 Фахрутдинова Н. П. 3 II 264  
 Федорей В. Г. 3 I 179  
 Федоров А. А. 3 I 268  
 Федоров В. В. 3 I 223  
 Федоров Е. К. 2 77, 83, 153, 198, 225,  
 227, 230, 239, 242; 3 I 15, 26, 62,  
 181, 217, 253, 254, 310, 320, 323,  
 326—328, 339, 341 II 58, 59, 181,  
 224, 232, 236, 239, 243, 249—  
 253, 277, 279, 287—290  
 Федоров Н. Н. 3 I 99  
 Федоров С. Ф. 2 196; 3 I 80, 96  
 Федоров Ю. К. 3 I 268 II 48  
 Федосеев А. П. 3 I 172, 217, 218, 221,  
 240, 242, 243, 246, 247  
 Федосеев И. Н. 2 172  
 Федченко К. К. 3 II 130  
 Федченко П. П. 3 I 222  
 Федынский В. В. 1 29  
 Фейгельсон Е. М. 3 I 279  
 Фемисов В. 2 99  
 Ферберов В. Л. 3 I 278 II 245  
 Фергюссон И. Н. 1 165  
 Ферсман А. Е. 2 70  
 Филиппов А. М. 3 I 88  
 Филиппов Б. А. 2 222; 3 I 177  
 Филиппов В. В. 3 II 113  
 Филиппов Д. М. 3 II 114  
 Филичкин И. К. 2 153  
 Финдайзен 3 I 250  
 Фицрой 1 32, 193, 205, 210  
 Фишер Р. 3 I 227  
 Флеминг 2 75

- Фокин А. А. 3 II 252  
 Фоллиус 1 120  
 Фокс 1 163  
 Фон-дер-Гольц 2 87  
 Форбс 1 133, 134, 142  
 Фосс Л. 1 162—164  
 Фоссиус И. 1 32  
 Франклин Дж. 1 48, 49, 163  
 Фрейберг Г. 2 139  
 Фридзон М. Б. 3 I 40  
 Фридман А. А. 2 38, 42, 48, 92, 93,  
 118; 3 I 107, 142, 148 II 178, 179  
 Фридман Ш. Д. 3 I 359, 375  
 Фриз 1 34  
 Фролов А. В. 2 194; 3 I 123, 124  
 Фролов В. В. 3 II 159  
 Фролов И. Е. 3 II 273—275  
 Фукс-Рабинович М. С. 3 I 114  
 Фусс В. Е. 1 67  
  
 Хабаров Ю. А. 3 II 251  
 Хамарин В. И. 3 I 279, 296  
 Ханевская И. В. 3 II 59, 68  
 Харин Н. Г. 3 I 222, 223  
 Харитонов В. Ф. 3 I 278, 288 II 245, 264  
 Харченко С. И. 2 183; 3 I 74, 75, 82,  
 90, 92, 96  
 Хаттатов В. У. 3 II 241, 245  
 Хваленский Ю. А. 3 I 219  
 Хвольсон О. Д. 1 233; 2 125; 3 I 56, 57  
 Хейфец Я. М. 3 I 117  
 Херрадон 2 75  
 Херхеулидзе Г. И. 3 I 86  
 Херхеулидзе И. И. 3 I 86  
 Хлыновская Н. И. 3 I 247  
 Хмаладзе Г. И. 3 I 86  
 Хмелевцов С. С. 3 II 191  
 Хметевский С. П. 1 42  
 Ходкин С. С. 3 I 26, 62, 198 II 249,  
 253, 254, 273, 274, 279  
 Ходов В. В. 2 72  
 Ходырев Ю. К. 3 I 278, 288  
 Хомяков В. Н. 3 I 218—220  
 Хомякова Т. В. 3 I 225  
 Хргиан А. Х. 1 32, 33; 3 II 42  
  
 Хромов С. П. 2 100, 104, 114, 115; 3 I  
 104 II 224, 227  
 Хрунов Е. В. 3 II 46  
 Худяков П. И. 2 241  
 Хэдли 3 I 120  
  
 Цатуров Ю. С. 3 I 343, 351, 359, 378 II  
 7, 12, 17, 20, 25, 28, 32, 33, 249,  
 274, 275  
 Цветков 2 141; 3 I 124  
 Цветков И. В. 3 II 7  
 Цветков Н. В. 3 II 223, 225  
 Цвезинский А. С. 3 I 210  
 Целиков В. А. 3 II 91  
 Цельсий А. 1 33  
 Церцвадзе Ш. И. 3 I 234  
 Циволько А. К. 1 45  
 Цикунов В. А. 2 221  
 Циолковский К. Э. 1 280  
 Цубербиллер Е. А. 2 169; 3 I 216—  
 218, 233, 242  
 Цуканов В. В. 3 II 91  
 Цупенко Н. Ф. 3 I 221, 234  
 Цуриков В. Л. 3 I 194  
 Цурикова А. П. 3 I 202  
 Цхвитова Р. В. 3 II 13  
 Цыбань А. В. 3 I 202 II 253  
 Цыганкова Т. Н. 3 II 91  
 Цымбалов Н. Н. 3 II 66, 114  
 Цыценко К. В. 3 I 102  
  
 Чагодаев Н. Н. 2 205  
 Чарни 3 I 146  
 Чарошников К. 1 22, 23  
 Чеботарев А. И. 2 202, 205; 3 I 62, 69,  
 72, 74, 85  
 Чебышев П. Л. 2 15, 33  
 Чевкин К. В. 1 91—93, 102, 136, 139,  
 145, 147, 201  
 Чекерес А. И. 3 I 246, 247  
 Чекрыжов В. М. 3 II 61  
 Челюканов В. В. 3 I 343, 351, 375  
 Черевичный И. И. 3 II 121, 129, 130,  
 132  
 Черкавский С. К. 3 I 62, 79 II 249,  
 251, 252, 254

- Черник М. М. 3 I 275  
 Черников А. А. 3 I 268, 270, 271, 273  
     II 183, 241, 245, 249, 252  
 Черникова М. И. 3 I 234  
 Чернин К. Е. 3 II 159  
 Черноброд Я. X. 3 II 182  
 Чернова В. Ф. 2 223  
 Чернова Е. А. 2 99  
 Черный А. П. 3 I 222  
 Чернышев Ф. И. 2 59, 63  
 Четвериков И. А. 3 I 279, 291  
 Чехов А. П. 1 31  
 Чехов П. Е. 1 31  
 Чижевский А. Л. 3 I 331  
 Чикалев 1 232  
 Чилингаров А. Н. 3 I 26, 343 II 144,  
     250  
 Чирейкин А. В. 3 II 143  
 Чириков А. И. 1 20  
 Чирков Ю. И. 3 I 171, 172, 215, 216,  
     219, 227, 228, 233, 239, 240  
 Чистюхин В. В. 3 II 183  
 Чихачев 1 126  
 Чичагов В. Я. 1 41; 2 209  
 Чкалов В. П. 2 117  
 Чудновский А. Ф. 3 I 222  
 Чукчин А. С. 2 66  
 Чуприн С. Ф. 3 II 49  
 Чуреева Т. В. 3 I 243  
 Чухновский Б. Г. 2 69  
 Чучкалов Б. С. 3 II 47  
  
 Шаймарданов М. З. 3 II 59, 264, 273  
 Шакина Н. П. 3 I 106, 158 II 47, 50,  
     54  
 Шакирзянов И. З. 3 II 66  
 Шамов Г. А. 3 I 100  
 Шамов Г. И. 2 136  
 Шаповаленко В. А. 3 II 92  
 Шарнгорст К. В. 2 89  
 Шаромов Ю. Н. 3 II 232  
 Шаронов В. В. 1 39; 2 128  
 Шафалович А. Ф. 2 174  
  
 Шац Ю. Я. 3 II 90  
 Пашко Д. И. 2 169; 3 I 216, 239, 241  
     II 198, 199  
 Швабе 2 140, 141  
 Шварц Ф. Ф. 2 89  
 Швец М. Е. 3 I 107, 110  
 Швидковский Е. Г. 3 II 191  
 Шевела Г. Ф. 3 I 267, 273  
 Шевелев М. Э. 2 205  
 Шевчук В. М. 3 I 218  
 Шелешко И. Л. 3 II 90  
 Шелковников С. М. 3 II 44  
 Шенрок А. М. 1 231, 261, 276; 2 20,  
     23, 43, 105  
 Шепелевский А. А. 3 II 181  
 Шепелевский М. М. 3 I 28  
 Шереметьевский Н. Н. 3 I 278, 282  
 Шершевский И. А. 3 I 86  
 Шестаков А. В. 3 I 356  
 Шестопапов Л. А. 3 I 44  
 Шеффер В. 3 I 251  
 Шеффер Я. И. 3 II 199  
 Шеховцов А. А. 3 I 343  
 Шиголев А. А. 2 166, 169; 3 I 171,  
     172, 215, 227, 232, 233  
 Шик Г. Л. 3 II 12, 25  
 Шикломанов И. А. 3 I 60, 64, 76, 83,  
     90, 94, 102 II 252, 254, 263  
 Шилин Г. В. 3 I 220, 222  
 Шиллинг Н. Г. 1 49, 50  
 Шильников Л. П. 3 I 144  
 Шипсенкс В. 1 158  
 Шипчинский А. В. 2 152  
 Ширшов П. П. 2 83, 134, 137; 3 II 287  
 Шифрин К. С. 3 I 267, 275, 279  
 Шихлинский Э. М. 2 99  
 Шишков В. Г. 3 I 138  
 Шишмарев Г. С. 1 45  
 Шкляева Н. М. 3 I 237  
 Шлыгин И. А. 3 I 202  
 Шляхов В. И. 3 II 182  
 Шмелькин Ю. Л. 3 II 92  
 Шметер С. М. 3 II 43—45, 47, 54, 182

- Шмидт О. Ю. 2 71—73, 77, 81, 83; 3 I  
310 II 115, 119, 121, 128, 286
- Шмидт Ф. Б. 1 50, 56, 57; 2 63
- Шнитников А. В. 3 I 95
- Шокальский Ю. М. 1 292; 2 42, 52,  
70, 104, 106, 176, 178, 184, 185
- Шостак З. А. 3 I 218
- Шпанберг М. 1 20
- Шпилевский Э. П. 3 II 90
- Шпиндлер И. Б. 1 292; 2 104, 105,  
178, 212
- Шренк Л. И. 1 108, 218—221, 241
- Шталь В. А. 2 94
- Штеллинг Э. В. 1 231; 2 23, 46, 47, 62
- Шукарев С. А. 2 200
- Шукевич И. Б. 1 35; 2 20, 23
- Шулейкин В. В. 2 75, 100, 135, 136,  
218, 223, 224; 3 I 168 II 120, 252,  
290, 291
- Шульгина В. Ф. 3 I 202
- Шульман А. Р. 2 222
- Шульце 2 141
- Шуляковский Л. Г. 3 I 88, 163, 165
- Шупяцкий А. В. 3 I 268, 271
- Шур Г. Н. 3 II 54
- Шутко Л. М. 3 I 275
- Щербаков Д. И. 3 II 169
- Щербакова Е. Е. 2 99
- Щукин Г. Г. 3 I 275, 276, 279
- Эдельман 1 59
- Эди 2 185—187
- Эйгнер А. Г. 1 57, 59, 63, 64
- Эйлер И. 1 28
- Эйлер К. А. 1 19
- Эйлер Л. 1 28
- Экхольм 1 211
- Элиассен 3 I 119
- Эллиот 3 II 200
- Эльзассер 3 I 118
- Эрнстер А. Ю. 2 192
- Энгельгардт 1 193, 210
- Эпштейн 3 I 145
- Эри 1 172—174
- Эрман 2 77
- Эрстедт Х. К. 1 97, 161
- Эртель 3 I 142
- Эткин В. С. 3 I 279
- Эттинген А. А. 1 312
- Этуорер 3 I 249
- Юденич 2 49, 143
- Юдин М. И. 3 I 107, 110—112, 120
- Юргенс Н. Д. 1 57—60, 62—64
- Юрманов В. А. 3 II 183
- Ющак А. А. 2 220; 3 I 184, 195
- Язвин Л. С. 3 I 79
- Якоби Б. С. 1 108, 146, 147, 170, 241,  
266
- Якобсон А. 1 289
- Якубович А. И. 2 6
- Якунин И. И. 3 I 98, 99
- Якунин Л. П. 3 I 195
- Якухин В. И. 3 II 273
- Янишевский Ю. Д. 2 127, 145; 3 I 33,  
46
- Янковский И. В. 2 181
- Яркинский Ф. Ф. 1 50
- Ярошевский В. А. 3 I 246
- Яшкина И. И. 3 I 220, 243

## СОДЕРЖАНИЕ

Создание системы нормирования и надзора за выбросами вредных веществ в атмосферу. Государственный контроль за охраной атмосферного воздуха (Ю. С. Цатуров, С. Т. Евдокимова) . . . . .	5
Исследования и наблюдения в области авиационной метеорологии (А. А. Васильев, Н. П. Шакина) . . . . .	40
Создание и развитие Российского государственного фонда данных о состоянии окружающей природной среды (М. З. Шаймарданов, А. И. Неушкин). . . . .	55
Создание сети метеорологической телесвязи (И. З. Шакирзянов, В. Н. Разуваев, А. М. Стерин) . . . . .	75
Развитие автоматизированной системы сбора, обработки, накопления и распространения гидрометеорологической информации (А. И. Неушкин) . . . . .	93
Изучение Арктики и Антарктики (И. Е. Фролов, В. Ф. Захаров) . . . . .	115
Развитие наблюдений и исследований по аэрологии (А. А. Черников). . . . .	177
Изучение климатических ресурсов (Н. В. Кобышева) . . . . .	192
Управление данными в оперативных технологиях Гидрометцентра России (И. И. Жабина, А. Ю. Недачина, И. Э. Пурина, Ю. А. Степанов) . . . . .	207
Издательская деятельность в системе Гидрометслужбы (А. И. Угрюмов). . . . .	219
Международное сотрудничество (С. С. Ходкин). . . . .	235
Заключение . . . . .	281
Приложение 1. Руководители Гидрометслужбы (Е. П. Борисенков). . . . .	284
Приложение 2. Календарь памятных дат (Е. П. Борисенков, А. С. Коровченко) . . . . .	301
Список литературы . . . . .	361
Именной указатель (А. С. Коровченко, Л. К. Сурыгина). . . . .	363