

физики и изучал взаимодействие больших потоков воздуха; акад. К. С. Веселовский, чей труд «О климате России» получил широкую известность; профессор Петербургского университета О. Д. Хвольсон и профессор Сельскохозяйственной академии В. А. Михельсон, которым принадлежит заслуга разработки первых актинометрических приборов и производства наблюдений за солнечной радиацией (актинометр Михельсона и сейчас используется на сети станций и обсерваторий); профессор Новороссийского университета А. В. Клоссовский, организовавший специальную сеть станций на юго-западе России и изучавший грозы и градобития, весьма опасные для сельского хозяйства.

В 1915 г. для обслуживания боевых действий войск было создано военно-метеорологическое управление. В период первой мировой войны отечественными учеными был впервые использован самолет как средство исследования атмосферы.

В предреволюционные годы в ГФО были привлечены В. Н. Оболенский, А. А. Фридман, Н. Н. Калитин, Б. П. Мультиановский, П. А. Молчанов, И. Е. Тихомиров, С. И. Небольсин, П. Н. Тверской, которые возглавили развитие новых направлений метеорологии уже в советский период.

Из крупных представителей зарубежной метеорологической науки XVIII—XIX вв. назовем В. Франклина, Брандеса, Гумбольдта, Бейс-Балло, Дове, Фицроя, Гельмгольца, Лапласа, Н. Шоу, Ганна, Зюринга, Тейсерана де Бора.

6 Краткий очерк развития метеорологии и гидрометеорологической службы в СССР

Новую эру в развитии отечественной науки открыла победа Великой Октябрьской социалистической революции. В период гражданской войны и военной интервенции сильно пострадала сеть станций и постов. В 1920 г. в ГФО поступали наблюдения всего лишь с 204 станций второго разряда и 152 станций третьего разряда (для сравнения укажем, что в 1914 г. таких станций было соответственно 1416 и 1470).

Советское государство проявило заботу о развитии метеорологической службы в стране в первые же годы Советской власти. Этого требовали нужды и запросы различных отраслей народного хозяйства. Особенно резко возросли требования к метеорологии со стороны сельского хозяйства в связи с крайне неблагоприятными погодными условиями в 1920 и 1921 гг. По рекомендации В. И. Ленина в «Известиях» 17 ноября 1920 г. была опубликована статья В. А. Михельсона, в которой содержалось указание на возможность сильной засухи в 1921 г. Вскоре был разработан и

внесен на обсуждение Советского правительства декрет об организации метеорологической службы в стране, утвержденный Советом Народных Комиссаров РСФСР 21 июня 1921 г. за подписью В. И. Ленина. В октябре 1921 г. состоялось Всероссийское метеорологическое совещание, которое наметило первые мероприятия по реализации ленинского декрета. С 1 августа 1923 г. был возобновлен выпуск ежедневного метеорологического бюллетеня. В мае 1925 г. был создан Первый всероссийский геофизический (Третий метеорологический) съезд.¹

В 1928 г. создается Совет по делам гидрометеорологической службы при СНК РСФСР, а в 1929 г. — гидрометеорологический комитет при СНК СССР, реорганизованный в 1936 г. в Главное управление гидрометеорологической службы при СНК СССР. Как было указано выше, в 1978 г. создан Госкомгидромет, который входит в состав Совета Министров СССР.

Огромное развитие производительных сил страны, начавшееся в годы первых пятилеток, предъявило повышенные требования к гидрометеорологическому обеспечению различных отраслей народного хозяйства, в первую очередь сельского хозяйства, авиации, транспорта.

В 1930 г. в Москве создается Центральное бюро погоды СССР, а затем Центральный институт прогнозов, переименованный в 1966 г. в Гидрометеорологический центр СССР — крупнейшее в наше время научно-исследовательское и оперативное метеорологическое и гидрологическое учреждение страны. В нем ведутся исследования практически по всем разделам науки, и прежде всего по одной из наиболее кардинальных проблем — проблеме прогноза погоды, составляются оперативные краткосрочные и долгосрочные прогнозы, анализируется с помощью ЭВМ и другой техники огромный поток информации о состоянии атмосферы и гидросферы. Гидрометцентр СССР является одним из трех мировых центров сбора и распространения метеорологической информации по всей планете (два других центра находятся в Вашингтоне и Мельбурне).

Кроме ГГО и Гидрометцентра СССР, большая исследовательская работа по метеорологии проводится в Арктическом и антарктическом научно-исследовательском институте (Ленинград), Центральной аэрологической обсерватории (Долгопрудный Московской области), Институте прикладной геофизики (Москва), Научно-исследовательском институте экспериментальной метеорологии (Обнинск Калужской области), в Украинском (Киев), Закавказском (Тбилиси), Среднеазиатском (Ташкент), Западно-Сибирском (Новосибирск), Казахском (Алма-Ата) и Дальневосточном (Владивосток) научно-исследовательских институтах Госкомгидромета,

¹ Первый и Второй метеорологические съезды были проведены соответственно в 1900 и 1909 гг.

в Высокогорном геофизическом институте (Нальчик). Разработкой новых и усовершенствованием существующих приборов для службы занимается Научно-исследовательский институт приборостроения (Москва) и Центральное конструкторское бюро гидрометприборов (Обнинск). Важную задачу сбора и переработки многочисленной информации решает Всесоюзный научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации — Мировой центр данных (Обнинск).

Фундаментальные проблемы метеорологии, кроме институтов Госкомгидромета, разрабатываются в учреждениях Академии наук СССР (ИФА, ИГАН, ИОАН, а также Вычислительный центр и Институт оптики атмосферы Сибирского отделения АН СССР), в ряде университетов и т. д.

В нашей стране созданы первые и пока единственные в мире специальные учебные заведения для подготовки специалистов высшей квалификации: в 1930 г. Московский (ныне Ленинградский) и в 1932 г. Харьковский (ныне Одесский) гидрометеорологические институты, в которых также выполняются крупные исследования по различным разделам метеорологии. Специалистов высшей квалификации готовят и многие университеты, где созданы кафедры метеорологии и климатологии или физики атмосферы. Старейшая среди них — кафедра физики атмосферы Ленинградского государственного университета, основанная в 1923 г. П. Н. Тверским.

За годы Советской власти получила огромное развитие сеть метеорологических станций, постов и обсерваторий. На каждой станции ведутся круглосуточные метеорологические наблюдения по довольно сложной программе, на постах производятся измерения температуры воздуха и осадков, а также уровня воды два раза в сутки. Однако и сейчас сеть станций можно признать достаточно плотной лишь в Европейской части СССР (кроме северных районов) и в южной части Сибири — вдоль Сибирской железнодорожной магистрали. В труднодоступных и отдаленных районах СССР (Арктика, высокогорные местности, тайга и тундра, где сейчас примерно только 600 станций) проблема развития сети разрешается с помощью установки радиотехнических автоматических метеорологических станций, которые по радио передают сведения о погоде несколько раз в сутки.

Данные о состоянии атмосферы на различных высотах, особенно необходимые при обеспечении авиации, получают посредством другого автоматического прибора — радиозонда, измеряющего температуру, влажность и давление воздуха и передающего в закодированном виде сигналы на землю через миниатюрный радиопередатчик. По ним восстанавливаются значения измеренных радиозондом метеорологических величин и одновременно определяется местонахождение радиозонда, что позволяет рассчитать скорость и направление ветра на разных высотах. Подъем радио-

зонда (в среднем до высоты 25—30 км) производится с помощью резинового баллона, наполненного водородом. Первый в мире выпуск радиозонда, сконструированного выдающимся советским метеорологом профессором Павлом Александровичем Молчановым (1893—1941 гг.) состоялся 30 января 1930 г. в Павловске.

Сведения о состоянии более высоких слоев атмосферы получают с помощью метеорологических (до высоты 60—80 км) и геофизических (до высоты 400—500 км) ракет. Измерение характеристик атмосферы производится при спуске головной части ракеты, в которой установлены приборы. Сначала она свободно падает, затем на парашюте плавно снижается. В СССР ракетное зондирование атмосферы ведется несколькими станциями и научно-исследовательскими судами погоды.

В последние десятилетия широкое распространение получил дистанционный метод зондирования атмосферы. Сущность его состоит в том, что электромагнитные или звуковые волны, встречая на своем пути какие-либо атмосферные неоднородности, испытывают рассеяние, преломление и отражение. Зная закономерности этих процессов, можно установить связь между характеристиками атмосферы и параметрами волн. На этом быстро прогрессирующем принципе основано зондирование атмосферы с помощью ракет-гранат (звуковой диапазон длин волн), лазеров и прожекторов (видимый участок спектра) и радиолокаторов (волны сантиметрового диапазона). Последние получили особенно широкое распространение, поскольку радиолокаторы позволяют обнаруживать облака (в том числе, и прежде всего, грозовые) и зоны осадков в радиусе 200—300 км.

Все эти технические средства используются для сбора метеорологической информации в основном на суше. Однако 71 % земной поверхности занимает океан; поэтому сведения о состоянии атмосферы над океаном так же необходимы, как и над материками. Они нужны для обеспечения плавания кораблей и перелетов самолетов, а также для службы прогнозов погоды. Все дело в том, что воздушные массы, а с ними и атмосферные явления перемещаются со средней скоростью около 40 км/ч, или 1000 км/сут. Таким образом, при составлении прогноза на сутки вперед нужна информация о погоде с территории радиусом по меньшей мере 1500 км, прогноз же на несколько дней нельзя составить без данных со всего полушария. Для производства наблюдений на океанах направляют специально оборудованные суда, которые дежурят, периодически сменяя друг друга, в определенных точках Мирового океана. В некоторых из них несут вахту научно-исследовательские суда погоды нашей страны. Они оборудованы устройствами для выпуска радиозондов и метеорологических ракет, приборами для наблюдений за состоянием поверхности и всей толщи океана. Другие исследовательские суда систематически, из года в год повторяют одни и те же маршруты, делая своеобразные

«разрезы» толщи океана и атмосферы с целью выявления временных изменений в них. Эту же задачу решают дрейфующие станции в Северном Ледовитом океане, которые называются станциями «Северный полюс». Первая такая станция — «Северный полюс-1» — в составе И. Д. Папанина, Е. К. Федорова, Э. Т. Кренкеля и П. П. Ширшова была высажена на лед в районе Северного полюса в мае 1937 г. Переброска оборудования и людей на дрейфующие станции осуществляется с помощью самолетов полярной авиации. Нередко посадка самолетов происходит в довольно трудных условиях на ледяное поле, выбранное с воздуха.

Специально оборудованные самолеты — летающие лаборатории — широко используются в воздушных экспедициях для изучения строения и условий образования облаков, атмосферного электричества, вертикальных движений, для активных воздействий на облака, туманы и осадки, для наблюдений за состоянием моря, рек, ледяного покрова, за сельскохозяйственными культурами, температурой водной поверхности.

Широкое распространение в качестве технических средств сбора гидрометеорологической информации на морях и океанах получили буйковые станции и трансозонды.

Получение гидрометеорологической информации составляет одну из важнейших задач Советской антарктической экспедиции, которая с 1955 г. ведет непрерывные исследования на Антарктическом материке и в прилегающих к нему морях. В Антарктиде организованы и ведут непрерывные наблюдения по широкой программе обсерватории Мирный и Молодежная, станции Новолазаревская, Беллинсгаузен, Восток (в 1500 км от берега) и др. Для проведения исследований в летние месяцы широко используются санно-тракторные поезда и полярная авиация. На самолетах изучается структура атмосферы, проводится картографическая и геологическая съемка материка и ледовая разведка морей. В ледниковом покрове Антарктиды сосредоточено свыше 90 % всей воды, находящейся на поверхности материков и в атмосфере. Результаты исследования ледового материка обобщены в фундаментальном труде «Атлас Антарктиды», авторы которого (В. А. Бугаев, Е. И. Толстиков, А. Ф. Трешников и др.) удостоены Государственной премии.

Для моделирования процессов образования облаков и туманов созданы крупные лабораторные установки — так называемые адиабатные камеры, позволяющие создавать искусственное облако и длительное время наблюдать за ним. Одна из наиболее крупных подобных установок создана в Обнинске. Здесь же сооружена метеорологическая мачта высотой 314 м, предназначенная для изучения строения пограничного слоя атмосферы. Активные воздействия на облака (в том числе на градовые, с целью предотвращения выпадения града) осуществляются с помощью самолетов, зенитных и ракетных установок. За эти исследования группа

советских ученых (Е. К. Федоров, Г. К. Сулаквелидзе, И. И. Гайворонский и др.) удостоена Государственной премии.

Новейшим техническим средством получения информации с территории всего земного шара явились искусственные спутники Земли (ИСЗ), впервые в мире запущенные в СССР. Они открыли перед метеорологией совершенно новые возможности — зондировать атмосферу сверху, из космоса. Спутники позволяют очень быстро получать сведения о состоянии атмосферы, поверхности океана и суши по всей планете.

Советская система «Метеор» включает 2—3 спутника, обращающихся по круговым орбитам на высоте около 900 км. Плоскости орбит наклонены к экватору под углом почти 80° . Сложное оборудование и приборы, установленные на спутниках, позволяют получать изображение облачности на дневной и ночной сторонах Земли. Несколько приборов предназначено для измерения потоков лучистой энергии в различных диапазонах длин волн, отражаемых и испускаемых земной поверхностью и атмосферой. Поскольку эти потоки связаны с температурой, то представляется возможность получать сведения о температуре земной поверхности, верхней границе облаков, а в перспективе — данные о вертикальном распределении температуры и влажности. Большой интерес представляют сведения о расположении льдов, о границах снежного покрова, увлажнении почвы, состоянии лесов и сельскохозяйственных культур, волнении моря и о других природных объектах.

Количество информации, поступающей со спутников, огромно. Например, за сутки два спутника «Метеор» передают на приемные пункты такое же количество информации об атмосфере, какое поступает за полгода со всех наземных метеорологических станций мира. Только с помощью мощных ЭВМ можно быстро переработать всю эту информацию и представить ее в удобном для использования виде. Эта информация используется в оперативной работе, она приносит большую пользу при анализе и прогнозе погоды. Спутники обнаружили немало ураганов, предупреждения о которых позволили сократить наносимый ими ущерб. Сбор и переработку метеорологической информации осуществляют у нас Государственный научно-исследовательский центр по изучению природных ресурсов и Гидрометеорологический центр СССР, а также несколько региональных гидрометеорологических центров (Новосибирский, Ташкентский, Хабаровский и Минский).

Оперативную работу по составлению прогнозов погоды, по руководству сетью метеорологических станций и постов, обеспечению народного хозяйства гидрометеорологической информацией по отдельным крупным районам страны осуществляет несколько десятков территориальных и республиканских Гидрометеорологических центров.

В советский период огромный размах получили научные исследования. С развитием науки и техники в общем уменьшается

зависимость человека от природных явлений, однако достигается это на основе глубокого изучения и тщательного учета их особенностей.

Основные усилия ученых в области физики атмосферы сосредоточены на построении теории и методов расчета всех важнейших атмосферных явлений и процессов. Уже в 20—30-х годах А. А. Фридманом, акад. Н. Е. Кочиним, И. А. Кибелем, акад. А. А. Дородницыным, Е. Н. Блиновой были выполнены крупные теоретические исследования по общей циркуляции атмосферы, устойчивости фронтальных поверхностей, обтеканию гор воздушным потоком и др.

Первые попытки разработать количественные методы прогноза погоды относятся к первым десятилетиям XX в. Еще в 1904 г. известный норвежский ученый В. Бьеркнес опубликовал работу «Проблема предсказания погоды, рассматриваемая с точки зрения математики и механики», в которой дана математическая постановка этой задачи. В 1922 г. английский ученый Л. Ричардсон выпустил в свет труд «Предсказание погоды с помощью численного процесса», в котором изложена методика расчета будущей погоды на основе численного решения уравнений динамики атмосферы. Однако составленный после длительных расчетов прогноз погоды на одни сутки вперед (на 20 мая 1910 г.) оказался неудачным, что объясняется неполнотой исходных данных, сложностью положенных в основу расчета уравнений и несовершенством расчетной схемы решения этих уравнений.

Крупный успех в разработке теории краткосрочного прогноза связан с работой И. А. Кибеля «Приложение к метеорологии уравнений механики бароклининой жидкости» (1940 г.), в которой предложен фундаментальный принцип упрощения уравнений динамики атмосферы. Этот принцип послужил в дальнейшем основой для создания современной теории краткосрочного прогноза погоды.

Большое влияние на развитие теории прогноза оказали работы крупного зарубежного ученого К. Г. Россби по теории так называемых длинных волн (1938—1940 гг.).

Дальнейшее развитие теории краткосрочного прогноза погоды получила в работах акад. Г. И. Марчука, акад. А. М. Обухова, М. И. Юдина, А. Ф. Дюбюка, Н. И. Булеева и др. Широкое внедрение достижений теории в оперативную практику началось в конце 50-х годов, когда для этой цели были использованы электронные вычислительные машины.

Основы гидродинамического метода долгосрочного прогноза погоды заложены Е. Н. Блиновой в работе 1943 г. и большом цикле исследований последующих лет.

В области синоптической метеорологии основные достижения советского периода связаны с именами С. П. Хромова, Х. П. Погосяна, В. А. Бугаева, В. А. Джорджио, Б. Д. Успенского, И. Г. Пчелко, в области долгосрочных прогнозов — с именами

Б. П. Мультиановского, Г. Я. Вангенгейма, С. Т. Пагавы, А. А. Гирса, А. Л. Каца, Н. А. Багрова.

Развитие авиации потребовало детального изучения облаков, туманов и осадков и связанных с ними явлений — обледенения, болтанки, ухудшения видимости. Крупные результаты экспериментального и теоретического характера по этому разделу получены Н. С. Шишкиным, А. Х. Хргианом, А. М. Боровиковым, Е. Г. Зак, Е. С. Селезневой, В. А. Зайцевым, Н. В. Петренко.

В 30-х годах В. Н. Оболенским были заложены основы теории активных воздействий на облака и осадки. Наиболее широкое развитие эти исследования, связанные с именами акад. Е. К. Федорова, В. Я. Никандрова, Г. К. Сулаквелидзе, Г. Ф. Прихотько, И. И. Гайворонского, получили в последние 20—25 лет.

В советский период получило развитие учение о лучистом теплообмене в атмосфере (актинометрия). Основные заслуги в разработке методов и приборов для измерения потоков лучистой энергии, организации сети актинометрических станций принадлежат С. И. Савинову, Н. Н. Калитину, Ю. Д. Янишевскому, В. Л. Гаевскому. Крупный вклад в теорию переноса лучистой энергии в атмосфере внесен Е. С. Кузнецовым, акад. В. В. Шулейкиным, акад. В. Е. Зуевым, В. Г. Кастровым, К. С. Шифриным.

В разработку методов измерения потоков радиации со спутников, методов использования спутниковой информации для целей анализа и прогноза, для распознавания природных объектов большой вклад внесли К. Я. Кондратьев, И. П. Ветлов, Г. И. Голышев.

Огромный цикл исследований по установлению закономерностей турбулентного режима атмосферы, строения приземного и пограничного слоев атмосферы, по изучению процессов тепло- и влагообмена в этих слоях, распространению примесей в атмосфере выполнен за последние 30—40 лет акад. А. М. Обуховым, акад. А. Н. Колмогоровым, А. С. Мониним, Ю. А. Израэлем, Н. З. Пинусом, М. Е. Швецом, М. П. Тимофеевым, П. А. Воронцовым, М. Е. Берляндом.

Климатические исследования в советский период получили особенно широкий размах. Большой вклад в разработку проблем климатологии внесен трудами Е. С. Рубинштейн, Б. П. Алисова, О. А. Дроздова, акад. А. А. Григорьева, М. И. Будыко, Ф. Ф. Давитая, Б. Л. Дзерdzeевского, С. А. Сапожниковой, А. А. Дмитриева.

Метеорологические исследования достаточно широко проводятся в других странах, прежде всего в США, Великобритании, Франции, ГДР, ФРГ, Японии и др. Крупный вклад в развитие современной метеорологии внесен такими зарубежными учеными, как Россби, В. Бьеркнес, Маргулес, Гаурвитц, Старр, Я. Бьеркнес, Ричардсон, Леттау, Эртель, Бержерон, Финдайзен, Митра, Крыстанов, Петтерсен, Брент, Ван-Мигем, Лоренц, Н. Филлипс, Смагоринский, А. Аракава.