

*Нина Александровна Дашко*

**КУРС ЛЕКЦИЙ**  
**ПО СИНОПТИЧЕСКОЙ МЕТЕОРОЛОГИИ**  
**Часть 1**

**2005**

## 1. ВВЕДЕНИЕ

*"И мы следим за сменой ненастий, морозов, снегопадов и дождей  
не меньше, чем за сменой династий, парламентов, правительств и вождей"*

*(Ю. Левитанский)*

Есть сферы деятельности, в которых многие считают себя специалистами. К таким сферам, конечно, относятся погода и климат. Ни одна развлекательная программа, ни один детектив не привлекает так много людей к экранам телевизора или радиоприемникам, как краткая программа прогноза погоды.

Действительно, человек живет, окружённый атмосферой, внутри неё. Атмосфера – самая подвижная и изменчивая составляющая климатической системы. Атмосфера масштабна – она находится в любой точке у поверхности нашей планеты. Атмосфера постоянно обменивается с подстилающей поверхностью, растительным и животным миром. Слово “атмосфера” – «*ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ*» – древнегреческое и означает “*ΑΤΜΟΣ*” – пар, “*ΣΦΑΙΡΑ*” – сфера.

- **Атмосфера – это воздушная оболочка Земли, находящаяся в постоянном движении. Атмосфера принимает участие в суточном и годовом вращении Земли, в ней возникают возмущения самых различных масштабов**
- **Система крупномасштабных воздушных течений над земным шаром называется общей циркуляцией атмосферы (ОЦА)**

Общая циркуляция атмосферы существует из-за разности температур между полярными и экваториальными областями, которая поддерживается обменом излучения между Землёй и окружающим пространством. Общая циркуляция атмосферы приводит к обмену воздуха между различными широтами и областями Земли.

Человек также находится в процессе обмена с атмосферой, но это не только дыхание, но и её загрязнение через свою деятельность.

- **Метеорология – наука, изучающая атмосферу – её строение, свойства, протекающие в ней процессы**

По мере развития метеорологии в ней выделились несколько направлений:

- ✓ *Климатология* (наука о климате) – это большой раздел метеорологии представляет в настоящее время практически самостоятельную дисциплину
- ✓ *Актинометрия* (учение о солнечном, земном и атмосферном излучении),
- ✓ *Динамическая метеорология* (наука об атмосферных движениях и связанных с ними преобразованиях энергии в атмосфере),
- ✓ *Атмосферная оптика* (наука об оптических явлениях в атмосфере, вызываемых рассеянием, поглощением, преломлением и дифракцией света в воздухе),
- ✓ *Атмосферная акустика* (наука о звуках атмосферного происхождения и роли атмосферы в распространении звука),
- ✓ *Аэрология* (учение о методах исследования свободной атмосферы – в среднем выше 1 км),
- ✓ *Авиационная метеорология* (прикладная наука, изучающая метеорологические условия применительно к задачам обеспечения авиации),
- ✓ *Сельскохозяйственная метеорология* (прикладная наука, изучающая атмосферные условия применительно к задачам сельскохозяйственной отрасли производства),
- ✓ *Медицинская метеорология* (прикладная наука, изучающая зависимость заболеваний от условий погоды),
- ✓ *Космическая или спутниковая метеорология* (исследование атмосферных процессов с помощью информации, получаемой с искусственных спутников Земли),
- ✓ *Морская метеорология* (наука об атмосферных процессах над морями и океанами) и др.
- ✓ *Синоптическая метеорология* и другие атмосферные науки.

Одними из направлений метеорологии являются самостоятельные разделы (климатология, синоптическая метеорология), к другим относятся частные дисциплины, изучающие различные классы атмосферных процессов, либо использующие специальные методы исследования атмосферы (актинометрия, динамическая метеорология, синоптическая метеорология, атмосферная оптика, атмосферное электричество, атмосферная акустика, космическая метеорология, аэрология, и др.). Кроме этого, выделяют прикладные метеорологические дисциплины (авиационная метеорология, сельскохозяйственная метеорология, медицинская метеорология).

Очень важным разделом метеорологии является синоптическая метеорология, которая как наука оформилась во второй половине 19 века.

- **Синоптическая метеорология – наука о физических процессах, происходящих в атмосфере и определяющих погоду и характер её изменений на значительных территориях**
- **Погода – это непрерывно меняющееся состояние атмосферы, характеризующееся некоторой совокупностью метеорологических элементов в данный момент или промежуток времени в данном районе**

Важнейшими метеорологическими элементами, определяющими погоду, являются атмосферное давление, температура и влажность воздуха, ветер, облачность, атмосферные осадки, дальность видимости, ряд особых явлений, связанных с конденсацией водяного пара или ветром (туманы, грозы, метели, шквалы).

*Атмосферное давление* измеряют в гектопаскаль (гПа)\*.

Гектопаскаль – от греч. *hekaton* – сто– приставка для образования наименований кратных единиц, равных 100 исходным единицам и *Pascal* – Паскаль – единица давления названная по имени Блеза Паскаля (1623-1662), французского математика и физика, обозначается *Па*.

$1 \text{ Па} = 1 \text{ Н/м}^2 = 10 \text{ дин/см}^2 = 0,102 \text{ кг с/м}^2 = 10^{-5} \text{ бар} = 7,50 \cdot 10^{-3} \text{ мм рт. ст.} = 0,102 \text{ мм водяного столба.}$

1 гПа (гектопаскаль) есть 100 Па

\*Примечание: *Н* – Ньютон, *м* – Метр, *дин* – Дина, *с* – Секунда, *мм рт. ст.* – Миллиметр ртутного столба

*Температура воздуха* (срочная, минимальная, максимальная) измеряется в градусах Цельсия.

Температурная шкала предложена в 1742 г. Андерсом Цельсием (*Celsius Anders*, 1701-1744), шведским астрономом и физиком. По шкале Цельсия – 1 градус (1 °С) равен 1/100 разности температур кипения воды и таяния льда при атмосферном давлении; при этом точка таяния льда принята за 0 °С, точка кипения воды – за 100 °С.

В некоторых странах используется шкала Фаренгейта, например, в США, Англии:

$$t^{\circ}\text{F} = (t^{\circ}\text{C} + 32) \cdot 9/5 \text{ или } t^{\circ}\text{C} = (t^{\circ}\text{F} - 32) \cdot 5/9.$$

*Влажность воздуха* характеризуется такими основными величинами, как парциальное давление водяного пара, давление насыщенного водяного пара или максимальное давление водяного пара, возможное при данной температуре и относительная влажность воздуха как отношение фактического давления водяного пара к давлению насыщенного водяного пара при данной температуре.

К дополнительным характеристикам влажности относятся абсолютная влажность, массовая доля водяного пара, отношение смеси, точка росы ( $^{\circ}\text{C}$ ), дефицит насыщения и дефицит точки росы, характеристики испарения и др.

✓ *Парциальное давление водяного пара* («упругость водяного пара») и *давление насыщенного водяного пара* («упругость насыщения» или предельное, максимально возможное парциальное давление при данной температуре воздуха) определяют в тех же единицах, что и атмосферное давление – гПа, мбар, мм. рт. ст). Парциальное давление есть часть общего давления воздуха, которая обусловлена данным газом или паром. Чем больше разность между давлением насыщенного водяного пара и парциальным давлением, тем суше воздух.

✓ *Относительная влажность* есть отношение фактического парциального давления водяного пара в атмосфере к давлению насыщающего водяного пара при той же температуре, выражается в процентах (%).

✓ *Абсолютная влажность* определяется как масса водяного пара в граммах в  $1 \text{ м}^3$  воздуха ( $\text{г}/\text{м}^3$ ).

✓ *Массовая доля водяного пара* – безразмерная величина, на практике выражается в промилле – от лат. *pro mille* – «за тысячу» – тысячная часть числа (обозначается ‰).

✓ *Удельная влажность* – есть отношение массы водяного пара к массе влажного воздуха в том же объёме, выражается в граммах водяного пара на килограмм влажного воздуха ( $\text{г}_{\text{ен}}/\text{кг}_{\text{ев}}$ )

✓ *Отношение смеси* есть отношение массы (веса, количества) водяного пара к массе (весу, количеству) сухого воздуха в том же объёме, выражается в граммах водяного пара на килограмм сухого воздуха ( $\text{г}_{\text{ен}}/\text{кг}_{\text{св}}$ )

✓ *Точка росы* – температура, при которой воздух достигает состояния насыщения при данном содержании водяного пара и неизменном давлении (или, другими словами, температура, до которой нужно охладить воздух при постоянном давлении, чтобы водяной пар, содержащийся в нём, достиг состояния насыщения), выражается в градусах Цельсия ( $^{\circ}\text{C}$ )

✓ *Дефицит точки росы* – разность между температурой воздуха и точкой росы, выражается в градусах Цельсия ( $^{\circ}\text{C}$ ). Чем больше данная разность температур, тем суше воздух.

✓ *Дефицит насыщения* – разность между насыщающей и фактической упругостью водяного пара при данных температуре и давлении, выражается в гПа.

✓ *Испарение, скорость испарения, испаряемость или потенциальное испарение, дефицит испарения* – характеристики поступления водяного пара в атмосферу.

✓ *Испарение, фактическое испарение* – фактическое поступление водяного пара в атмосферу в реальных условиях, выражается в миллиметрах слоя испарившейся воды.

✓ *Скорость испарения* – количество воды или толщина слоя воды, испаряющейся за единицу времени с единицы испаряющей поверхности.

✓ *Испаряемость или потенциальное испарение* – потенциально возможное испарение в данной местности при данных атмосферных условиях, не лимитируемое запасами воды, выражается в миллиметрах слоя испарившейся воды.

✓ *Дефицит испарения* – разность между испаряемостью и фактическим испарением.

Характеристики испарения зависят от температуры воздуха и испаряющей поверхности, типа испаряющей поверхности, дефицита влажности, атмосферного давления, скорости ветра и др. Непосредственно измеряются испарителями, вычисляются с помощью эмпирических формул.

Практическими методами определения влажности являются психрометрический и гигрометрический. Психрометрический метод заключается в оценке характеристик влажности по разности показаний сухого и смоченного термометров (психрометрической разности) с помощью психрометрических таблиц.

Гигрометрический метод основан на использовании приборов для измерения влажности, например, волосного гигрометра, с помощью которого по изменению длины специально обработанного человеческого волоса при колебаниях влажности определяют относительную влажность воздуха.

*Ветер* (горизонтальная составляющая движения воздуха относительно земной поверхности) характеризуется направлением и скоростью.

✓ *Скорость* ветра (табл. 1.1) измеряется в метрах в секунду (м/с), километрах в час (км/ч), узлах или баллах Бофорта (сила ветра). Узел – морская мера скорости, 1 морская миля в час, приблизительно 1 узел равен 0.5 м/с. Шкала Бофорта (*Francis Beaufort*, 1774–1875) была создана в 1805 году.

✓ *Направление* ветра (откуда дует) указывается либо в румбах (по 16-румбовой шкале, например, северный ветер – С, северо-восточный – СВ, и др.), либо в углах (относительно меридиана, север – 360° или 0°, восток – 90°, юг – 180°, запад – 270°)

Таблица 1.1

## Соотношение различных единиц скорости ветра

Словесная характеристика ветра	Скорость ветра			Сила ветра, баллы
	М/с	км/ч	узлы	
Штиль	0	0	0	0
Тихий	1	4	1-2	1
Легкий	2-3	7-10	3-6	2
Слабый	4-5	14-18	7-10	3
Умеренный	6-7	22-25	11-14	4
Свежий	8-9	29-32	15-18	5
Сильный	10-12	36-43	19-24	6
Крепкий	13-15	47-54	25-30	7
Очень крепкий	16-18	58-61	31-36	8
Шторм	19-21	68-76	37-42	9
Сильный шторм	22-25	79-90	43-49	10
Жестокий шторм	26-29	94-104	50-56	11
Ураган	Более 29	Более 104	Более 56	12

Количество облаков определяется на глаз по степени покрытия неба по 10-бальной шкале (1 балл – менее 10% площади неба покрыто облаками, 10 баллов – всё небо закрыто облаками и др.).

Формы облаков определяются по международной классификации облаков, включающей 10 родов облаков:

✓ *Cirrus, Cirrocumulus, Cirrostratus* (верхний ярус – в умеренных широтах нижняя граница выше 6 км);

✓ *Altostratus, Altostratus* (средний ярус – нижняя граница 2-6 км);

✓ *Cumulus, Cumulonimbus* (облака вертикального развития – нижняя граница ниже 2 км, а вершины достигают границ облаков среднего и верхнего ярусов, иногда тропопаузы);

✓ *Nimbostratus, Stratus, Stratocumulus* (нижний ярус – нижняя граница менее 2 км).

Каждый род, в свою очередь, подразделяется на виды по особенностям формы и внутренней структуры, например, *fibratus* (волокнистые), *uncinus* (когтевидные), *spissatus*

(плотные), *castellanus* (башенкообразные), *floccus* (хлопьевидные), *stratiformis* (слоистообразные), *nebulosus* (туманнообразные), *lenticularis* (чечевицеобразные), *fractus* (разорванные), *humulus* (плоские), *mediocris* (средние), *congestus* (мощные), *calvus* (лысые), *capillatus* (волосатые).

Виды облаков, далее, имеют разновидности, например, *vertebratus* (хребтовидные), *undulatus* (волнистые), *translucidus* (просвечивающие), *opacus* (непросвечивающие) и др. Далее различаются дополнительные особенности облаков, такие, как *incus* (наковальня), *tamma* (вымеобразные), *vigra* (полосы падения), *tuba* (хобот) и др.

И, наконец, отмечаются эволюционные особенности, указывающие на происхождение облаков, например, *Cirrocumulogenitus*, *Altostratogenitus* и т.д.

## 1.1. Состав и строение атмосферы

Атмосферные процессы, определяющие погоду, чрезвычайно сложны, хотя они происходят в среде, химический состав которой относительно прост. Воздух – это механическая смесь 2-х типов газов: постоянных и переменных. Это впервые было установлено французским учёным Лавуазье (1743-1794).

**•В состав атмосферы входят: азот (78.08 %), кислород (20.95 %), и множество других газов, составляющих только около 1 % по объёму**

Другие газы – это углекислый газ, неон, гелий, метан, криптон, водород, ксенон, озон, аммиак, перекись водорода, йод, радон, водяной пар и др. В естественных условиях, кроме того, всегда наблюдаются твёрдые и жидкие взвешенные частицы – атмосферные аэрозоли.

Первичная атмосфера Земли не содержала кислорода (гипотеза Л. Пастера, 1822-1895). Кислород появился в результате жизнедеятельности первых живых организмов – одноклеточных автотрофных организмов, к которым относились все зелёные растения (фототрофы) и некоторые бактерии (хемотрофы).

Автотрофы синтезировали из неорганических веществ (главным образом воды, диоксида углерода, неорганических соединений азота) все необходимые для жизни органические вещества, используя энергию фотосинтеза или хемосинтеза, с выделением в качестве загрязнителя фотосинтетического кислорода. Появление фотосинтеза с выделением кислорода было равносильно экологической катастрофе. В результате жизнедеятельности автотрофных организмов в атмосфере и гидросфере в мертвых органических остатках,

многие из которых превратились в горючие, скапливались громадные количества углерода. При этом содержание углекислого газа понижалось, кислорода – увеличивалось. Кислород был губителен почти для всех обитавших в те времена на Земле видов.

Но в процессе эволюции параллельно развивался и мир живых организмов, живущих только за счёт использования готовой органики и дышащих кислородом (гетеротрофные организмы). Развитие мира гетеротрофных организмов, к которым относятся человек, все животные, некоторые растения, большинство бактерий, грибы, явилось биосферным решением для предотвращения экологической катастрофы. Но чтобы они возникли и размножились, потребовалось геологическое по масштабам время.

До начала 20 в. атмосферу считали однородной. Лишь в начале 20 столетия было установлено слоистое строение атмосферы.

В вертикальном направлении атмосферу делят на ряд слоев.

**По физико-химическим процессам в атмосфере выделяют:**

*Озоносферу* (10-50 км) – слой с повышенной концентрацией озона;

*Нейтросферу* (от земли до 70-80 км), где незаряженные частицы резко преобладают над заряженными, т.е. в неё входят тропосфера, стратосфера и мезосфера, поглощение озоном ультрафиолетовой энергии препятствует излишнему поступлению её на земную поверхность, что благоприятствует созданию именно такого уровня энергии, который пригоден для существования земных форм жизни;

*Ионосферу* (выше 70-80 км и до высот около 400 км), где высока концентрация положительных молекулярных и атомных ионов и свободных электронов; благодаря электрической природе ионосферы становятся возможными многие виды радиосвязи;

*Хемосферу* (от стратосферы до нижней части термосферы) – область, в которой происходят фотохимические реакции с участием кислорода, озона, азота, гидроксидов, натрия.

**По газовому составу выделяют:**

*Гомосферу* (до 90-100 км, от греч. homos – “то же самое”, равный, одинаковый, однородный), где состав воздуха мало меняется с высотой, кроме изменений, связанных с содержанием углекислого газа, озона и водяного пара;

*Гетеросферу* (от греч. heteros – другой, различный), где состав воздуха значительно меняется с высотой.

**По распределению температуры с высотой и кинетическим процессам в атмосфере выделяют:**

*Тропосферу* (до высоты 9-17 км), где температура падает с высотой примерно на  $0.65^{\circ}/100$  м;

*Стратосферу* (до 50-55 км), где в нижнем слое температура практически постоянна ( $-45...-75^{\circ}$  в зависимости от широты и времени года), в верхнем – растет с высотой (до  $20...20^{\circ}$ );

*Мезосферу* (до 80-85 км) с понижением температуры с высотой от  $0^{\circ}$  до  $-90^{\circ}$ ;

*Термосферу* (до 600-1000 км) с быстрым повышением температуры до высот 200-300 км ( $1500^{\circ}$ ) и почти постоянным выше этого уровня;

*Экзосферу* (до 2000 км) – слой атмосферы, из которого происходит ускользание наиболее легких частиц (атомов водорода) в мировое пространство;

*Земную корону* (от 2000 км до 20 тыс. км) – внешняя область земной атмосферы.

Давление и плотность атмосферы убывают с высотой. Резкой верхней границы атмосфера не имеет. Около половины всей массы атмосферы сосредоточено в нижнем 5-километровом слое,  $9/10$  – в нижних 20 км, и  $99.5\%$  от всей массы – в нижних 80 км.

Тропосфера – это очень сложная, нижняя, основная часть атмосферы, особенно подверженная воздействиям со стороны земной поверхности.

- **Нижний слой тропосферы (500-1500 м) называют пограничным слоем атмосферы или слоем трения, а нижние несколько десятков метров – приземным слоем атмосферы**

В 1899 г. была открыта тропопауза – верхняя граница тропосферы. В дальнейшем переходные слои между основными атмосферными слоями стали носить названия стратопаузы, мезопаузы.

Причиной изменения погоды являются сложные атмосферные процессы, происходящие именно в тропосфере. Здесь температура убывает с высотой.

В тропосфере сосредоточено более  $4/5$  всей массы атмосферного воздуха и практически весь водяной пар. Здесь возникают все основные виды облаков. Здесь формируются различные по своим свойствам воздушные массы, от перемещения которых, взаимодействия их между собой и подстилающей поверхностью зависит то состояние атмосферы, которое принято называть погодой.

## 1.2. История развития метеорологии как физической науки

Интерес к погоде является таким же древним, каким является и само человечество и, надо думать, не оставит его и в будущем. Тема погоды не сходит со страниц газет и журналов, очень популярна на телевидении. Эта тема является неисчерпаемой, когда собеседникам не о чем говорить, а молчать неловко.

Для наших далеких предков плохая погода означала гнев богов или происки злых духов. Хорошая погода была наградой за добрые дела. Нередко приносились жертвы невидимым духам. В книге М. Стингла "Тайны индейских пирамид" приводится описание одного из таких жертвенных обрядов:

*"Я стою перед "Колодцем смерти". Глубина его примерно 60 метров. Водная гладь на 20-25 метров ниже края колодца. Я пытаюсь представить, как выглядел жертвенный обряд. Майякские жрецы после окончания богослужений укладывали роскошно одетых девушек, которым предстояло стать невестами бога полей Юм-Каша, на деревянный катафалк и несли по священной дороге к "Колодцу смерти". Грохотали тункули – майякские барабаны, рога, изготовленные из морских раковин, трубили в честь бога, люди пели торжественные гимны. Погребальная процессия подходила к "Святыни последнего обряда". Девушки сходили с катафалка, жрецы вновь очищали их дымом смолы и отводили девушек на жертвенную площадку, где брали за руки и ноги, сильно раскачивали и бросали в колодец. Люди молились:*

*"О, Боже, дай нашим полям урожай, даруй нам дождь  
и прими этих дев в свой дом, на свое ложе..."*

*Вслед телам принесенных в жертву девственниц паломники бросали золотые и нефритовые украшения. Без устали гремели барабаны, а верующие причитали: "О боже, дай нашим городам воду..." Из года в год, из месяца в месяц приходили к "Колодцу смерти" процессии, и каждый раз вновь повторялся жестокий обряд...»*

Древние люди обожествляли явления погоды. По мнению жителей древней Эллады, миром правил триумвират богов. Посейдон (Нептун) управлял морской стихией, Плутон был богом подземного царства. Юпитер (Зевс) правил небесами, был повелителем громов и молний.

Древние русские люди были язычниками и поклонялись Богу Солнца – Яриле, Богу Ветра – Стрибогу, а самым главным Богом Древней Руси был могущественнейший из Богов – Перун с серебряной головой и золотыми усами.

Но вместе с поклонением силам Природы, человек всё чаще задумывался о загадках Природы, пытаясь их разгадать. Вызов атмосферы был принят уже на ранних стадиях

развития цивилизации. Человек добывал знания об окружающем его мире в суровой борьбе за существование.

Эволюция формировала сознание человека, накапливала знания и представления о мире, объяснения окружающих явлений, остатки которых сохранились и в нашем языке.

Как и у первобытного человека, у нас Солнце “ходит”, месяц “смотрит” Другого способа понять природу, как уподобить её себе, живому существу, наделить её чувствами и сознанием, у первобытного человека не было. Из попытки понять природу развились и научные знания, и религиозные представления. Человек обогащался реальными знаниями о небесных светилах, растениях и животных, о движении и силах, о метеорологических явлениях. Накопленные знания, передаваясь от человека к человеку, от поколения к поколению создали первоначальный фон будущей науки.

Наука прошла сложный путь развития. По мере развития общества накапливались предпосылки для создания устойчивой цивилизации. Значительную роль здесь сыграло возникновение земледелия. Благоприятные условия для получения устойчивых урожаев на одном и том же месте и из года в год возникли в Северной Африке в долине Нила, а также в Двуречье между реками Тигр и Ефрат, где уже в 4 тысячелетии до н.э. стали складываться древнейшие государства, ставшие колыбелью современной науки. Общественные потребности привели к появлению письменности (иероглифов в Египте, клинописи в Вавилонии), к возникновению астрономических и математических знаний.

В Египте и Вавилонии зародились основы алфавитного письма, были заложены основы начал математических знаний, сформировалась фундаментальная идея числа и основные операции с числами. Первой из естественных наук, с которой началось развитие естествознания, была астрономия. Здесь человек впервые описал звёздное небо, движения Солнца, Луны и планет, создал основы измерения времени. Возможно, толчком к зарождению астрономии явились наблюдения смены дня и ночи, времен года. Для развития астрономии нужны были математические знания.

### **1.2.1. Древнегреческий период развития науки**

- **Подлинной родиной современной науки стала Древняя Греция, где наука не сводилась к сумме практических рецептов, а получил развитие научный метод**

Из греческого языка пришли к нам названия наук: механика, математика, физика, биология, география. Мы употребляем греческие буквы в формулах. Многие века известны имена греческих учёных: Фалеса, Пифагора, Демокрита, Аристотеля, Архимеда, Евклида, Птолемея. Древние греки сумели поставить задачу понимания природы без привлечения божественных сил. Люди стали заниматься наукой не только потому, что это нужно, но и потому, что это интересно, ощутили радость познания. Первые учёные стали называться философами (“любители мудрости”) и в греческом обществе впервые возникла потребность в учителях – так возникла профессия учёного и учителя.

Возникновение греческой науки относят к 7-6 вв. до н.э. Но уже с 5 в. до н.э. в Древней Греции стали производить и первые наблюдения за погодой. Официальные сообщения о погоде “Парапегмы” вывешивались на видных местах для всеобщего обозрения. Древние греки справедливо называли ветры правителями погоды, поэтому и наблюдения касались, главным образом, направления и силы ветра, что было очень важно для народа, жизнь которого в значительной мере была связана с мореплаванием.

В Афинах сохранилась 8-угольная Башня Ветров, построенная во 2 в. до н.э. На крыше башни была расположена флюгарка-тритон, которая, вращаясь, показывала, откуда дует ветер. На каждой стороне башни были изображения мифологических скульптур, характеризующих приносимую ветрами погоду. Так, на северной стороне башни изображен старик в тёплой одежде – Борей, приносящий холодный северный ветер, на противоположной – ласковый и нежный Зефир, бог юго-западного ветра, приносящий тёплую погоду.

С 5 в. до н.э. нам известны утверждения: *“Всё течёт”* и *“Нельзя дважды войти в одну и ту же реку”* философа Гераклита, который говорил, что *“Мир – единый из всего, не создан никем из богов и никем из людей, а был, есть и будет вечно живым огнем, закономерно воспламеняющимся и закономерно угасающим”*.

Философ Эмпедокл, живший в 490-430 гг. до н.э., выдвинул концепцию законов сохранения: *“Ничто не может произойти из ничего, и никак не может то, что есть, уничтожиться”*.

С 5 в. до н.э. центр греческой науки переместился в Афины. В Афинах в это время высокого уровня достигли искусство и литература.

Здесь был создан знаменитый Акрополь, здесь греческий драматург Софокл писал свои трагедии.

Здесь учил математике знаменитый Гиппократ (ок. 460-377 гг. до н.э.).

Здесь философ и физик Анаксагор (ок. 500-528 гг. до н.э.) учил, что Луна, Солнце, планеты и звёзды не имеют божественной природы, а являются раскаленными камнями. За свои слишком смелые учения для того времени он повергся изгнанию из Афин.

Здесь создал свою теорию атомов Демокрит (ок. 460-370 гг. до н.э.): *“Атомы бесконечны по числу и бесконечно разнообразны по форме”, “Из ничего не происходит ничего”, “Ничто не совершается случайно, но всё совершается по какому-нибудь основанию и с необходимостью”, “Бесчисленные миры образуются и снова исчезают одни рядом с другими и одни после других”*. Несмотря на то, что позже Платон приказывал своим ученикам истреблять сочинения Демокрита, его атомное учение, развиваясь, стало основой современного естествознания.

Около 400 г. до н.э. в Афинах появилось первое в мире учебно-научное заведение, явившееся предшественником современной высшей школы – Академия Платона (427-347 гг. до н.э.), который был учеником Сократа (469-399 г. до н.э.). *“Пусть не входит никто, не знающий математики”* – была надпись над входом в Академию.

Познавательное отношение к Природе вскоре нашло отражение в научных трудах древних греков. В древности словом *“Метеор”* обозначали любое атмосферное явление, и, как известно, название *“Метеорология”* впервые встречается у Платона. Гиппократ (460-377 г. до н.э.) оставил труд по лечебной метеорологии *“Воздух, вода и места”*.

Замечательный ученик Платона Аристотель (384-322 гг. до н.э.) в 366 г. до н.э. восемнадцатилетним юношей прибыл в Афины в Академию Платона, где около 20 лет работал вместе с её основателем. После смерти Платона Аристотель основал свой лицей. Научное наследие Аристотеля огромно. Оно образует полную энциклопедию научных знаний того времени. Аристотеля называли предтечей Христа в истолковании Природы.

Аристотелевская картина мира наряду с правильными и интересными мыслями содержит и реакционные положения, например, о неподвижности Земли, ограниченности Вселенной. Аристотель впервые систематизировал новую науку в своей замечательной *“Метеорологике”* (ок. 384-322 г. до н.э.). Конечно, с точки зрения современных знаний, можно относиться к *“Метеорологике”* Аристотеля весьма критично, но ряд важных утверждений всё же был сделан. Например, о взаимосвязи атмосферы и океана, о круговороте воды в Природе и др.

В знаменитой «Метеорологике» Аристотеля имелась глава, посвященная океану. В ней он говорил о распределении суши и воды. Аристотель считал, что океан, омывающий сушу, един и указывал, что названия Атлантический и Эритрейский (Индийский) только

принадлежат различным его частям. Аристотель был современником Александра Македонского, и, несомненно, пользовался массой обстоятельных сведений, которые были собраны при походах этого величайшего завоевателя и государственного деятеля древности.

Ученик Аристотеля Теофраст (372-287 в. до н.э.) является автором первого трактата о приметах погоды. Здесь в стихотворной форме обработаны имеющиеся в то время приметы и наблюдения за погодой (более 200). Некоторые положения этого трактата известны многим до настоящего времени:

*"Если ветер дует к вечеру – моряку бояться нечего,  
Если дует он с утра – моряку не ждать добра".  
"Если тучи гроздятся в виде башен или скал, –  
Скоро ливнем разразятся, налетит жестокий шквал"*

Древним грекам принадлежит первое изложение идеи о сферичности земли (сама идея, по-видимому, была заимствована Талесом от египтян), первые попытки изображения земной поверхности на плоскости (Гомер – 10 столетие до н.э. и Анаксимандр – 7 столетие до н.э.). В 5 в до н.э. географическая карта в Греции уже не представляла новости. С таким способом изображения земной поверхности образованный мир Греции был знаком уже настолько, что о географических картах упоминается уже в комедиях Аристофана.

### **1.2.2. Эллинистический период развития науки**

Но Афины не устояли в военном столкновении с Македонией. В 337 г. до н.э. Коринфский конгресс закрепил гегемонию Македонии над Афинами и Грецией. Войны Александра Македонского, который подчинил себе Персию, Египет, среднеазиатские государства, изменили лицо Древнего Мира и привели в соприкосновение греческую и восточную цивилизации. На обломках распавшейся после смерти Александра Македонского империи возникали новые государства с новыми центрами культурной и экономической жизни (Антиохия, остров Родос в Азии, Александрия в Африке).

Афины превратились в провинцию, хотя пульс философской и научной жизни продолжал биться и после смерти Аристотеля. Этот период, получивший название эллинистического (эллини – грек), продолжался от конца 4-начала 3 вв. до н.э. до завоевания Египта Римом в 1 в. до н.э.

В эллинистическую эпоху греческая математика, механика, астрономия достигли своего наивысшего развития. Из единой ранее Науки выделились и развились отдельные

науки, естественные и гуманитарные. Появились специалисты более узкого профиля: инженеры, врачи, астрономы, математики, географы и историки. Зародилась научная информация в виде научных сочинений, лекций, диспутов и переписки учёных.

Походы А. Македонского требовали конкретных знаний по естественным наукам, которые стали просто необходимыми. Наследники империи Александра проявляли большую заботу об учёных, создавали им условия, обеспечивающие возможность спокойной научной работы. Были созданы знаменитая Александрийская библиотека и первое научное учреждение древнего мира – прототип и предшественник современных научно-исследовательских институтов – Александрийский музей. Здесь к услугам учёных были библиотека, обсерватории, коллекции, учёные получали полное содержание и могли не заботиться о средствах существования. Нередко эллинистический период развития науки называют Александрийским.

Почти каждый учёный эллинистической эпохи был связан с Александрией если не личным контактом, то научной перепиской, которая получила широкое развитие в этот период. Знаменитый Архимед (287-212 гг. до н.э.) сообщал александрийским математикам свои результаты в форме писем из Сиракуз (Сицилия), а Александрии жили и работали крупные учёные: геометр Евклид (жил в 3 в. до н.э.), географ и математик Эратосфен, позже – астроном Клавдий Птолемей. Полученные Архимедом в 3 в до н.э. научные результаты получили современную формулировку и доказательства только в 19 в. Кроме математики и механики, Архимед занимался оптикой и астрономией.

В 1 в. н.э. александрийский мореплаватель Гиппал открыл существование муссонов и способ ими пользоваться для плавания в Индию и обратно, чем облегчил и ускориł сношения европейцев с востоком.

За упадком цивилизации в Древней Греции и в течение греко-римского периода в истории науки следовал упадок философской мысли, эллинская языческая культура уступала свои позиции новой, христианской. В результате последовало длительное господство религиозной идеологии в духовной жизни, и последующие столетия немного дали в смысле философских обобщений о Природе. Замечательные достижения античной науки оказались забытыми или утраченными. Была разгромлена Александрийская библиотека.

### **1.2.3. Простонародная метеорология**

Зато опыт наблюдений за погодой накапливал народ. Именно в средние века появляется погодный фольклор – приметы, которые выражали результаты народных наблюде-

ний за погодой. Простонародная метеорология, получившая свое отражение в народном погодном фольклоре, хранит в себе многовековой опыт земледельца. Спектр народных примет о погоде весьма обширен. Они получили широкое распространение во всех странах мира, и, передаваясь от поколения к поколению, отходили от мест их возникновения, видоизменялись, группировались и, наконец, дошли до нашего времени.

Многочисленны приметы о погоде, касающиеся реакции растений на ожидаемые изменения погоды: *“Много желудей на дубу – к тёплой зиме и плодородному году”*, *“Поздний листопад – на тяжёлый год”*, *“Если берёза опушается наперед клёна и ольхи – жди сухого лета”* и многие другие.

Здесь возможности растений в отношении предсказания погоды и, в частности, сезонных её изменений, мягко говоря, сильно преувеличены. Рост и развитие растений подчиняются строгим законам и определяются в соответствии с биологическими потребностями каждого растения, и не будущим состоянием погоды, а характеристиками предшествующего периода, в частности, его тепловой ёмкостью. Можно наблюдать, как периоды длительных возвратов тепла осенью заканчиваются набуханием почек на деревьях и даже появлением цветов и листьев. В Русских летописях отмечены такие аномально тёплые зимы на Руси, что в январе зацветали сады и зеленели поля. Ну а последствия таких катаклизмов Природа для земледельца предсказать несложно: *“Бойся январской весны”*, *“Тёплые дни января недобром отзываются”*. Такие наблюдения связаны именно с зимними потеплениями, приводящими к катастрофическим последствиям для целых народов – голодным годам.

Не могут не вызвать улыбки приметы, типа *“Чёрная и пёстрая корова впереди стада – к ненастью, белая и рыжая – к ведру”*, *“Если собаки много спят и мало едят – будет дождь”*, *“Собаки катаются по земле – быть дождю или снегу”* и т.д. Думаем, нет смысла проверять оправдываемость этих “наблюдений за погодой”, а также утверждения типа *“Кошка лижет хвост к непогоде”* или *“Коли за ужином весь горшок каши выедят дочиста – завтра будет ведру”*.

Сюда же можно отнести приметы погоды, описывающие состояние самого наблюдателя: *“Звон в ушах зимой – к оттепели, летом – к ненастью”*, *“Икота – к ведру, ломота – к ненастью”* и др. Конечно, и относиться к таким приметам следует с известной долей юмора, – интересны они, пожалуй, как народный фольклор, не имеющий, впрочем, никакого отношения к изменениям погоды.

Данные приметы – из группы суеверий, которых, как и чёрных кошек, к сожалению, много ещё встречается в нашей жизни, и, как указывал, А.И. Воейков, блестящий русский учёный с мировым именем, борьба с которыми *«находится в прямой зависимости от успехов метеорологии»*. С другой стороны, А.И. Воейков, Д.И. Менделеев, и многие другие метеорологи не считали вопрос о приметах достаточно простым и однозначным, чтобы не уделять ему должного внимания, как к многовековому народному опыту. Приметы погоды всех групп и направлений получили широкое распространение во всех странах мира, и, передаваясь от поколения к поколению, отходили от мест их возникновения, видоизменялись, группировались и, наконец, дошли до нашего времени.

Если вспомнить слова Б.П. Мультановского, замечательного русского метеоролога: *“Стремление человечества к предсказанию погоды также старо, как само человечество”*, и учесть, что научному прогнозу погоды немногим более 100 лет, то нет сомнения, что долгое время народный погодный календарь являлся единственным практическим руководством по прогнозу погоды и проведению сельскохозяйственных работ. Такие приметы, как *«Серёжки на клёнах – сей свёклу»*, *«Зацвела фиалка – сей морковь и петрушку»*, *«Если лист берёзы развернётся полностью – можно сажать картофель»*, имеют вполне научное обоснование, поскольку учитывают требования, предъявляемые растениями к условиям среды.

Известно, например, что береза зеленеет за 5-6 дней до перехода средней суточной температуры воздуха через 10 °С в сторону её увеличения. А оптимальная температура для произрастания картофеля 10-12 °С, что и было замечено древними агрометеорологами много столетий тому назад, когда ещё не изобрели прибора для измерения температуры воздуха.

Но, несмотря на сложившуюся практику бытового использования примет о погоде, доверять им следует с известной долей осторожности. Многие из этих примет можно рассматривать только как народный фольклор, имеющий весьма отдаленное отношение к прогнозу погоды.

#### **1.2.4. Развитие науки на Востоке**

В начале 7 в. н.э. под знаменем новой религии – ислама, провозглашенной купцом Мухаммедом, произошло объединение кочевых и полукочевых племен. И в короткое время было создано сильное и воинственное государство, завоевавшее Иран, страны Древнего Востока, Египет, проникшее в Европу на Пиренейский полуостров. В результате в период раннего средневековья (7-11 вв.) ведущую роль в развитии науки играл Восток.

Лишь позже (11-15 вв.), начиная с крестовых походов, оживляется европейская наука, возникают университеты, появляются крупные учёные. С конца 15 в. возникает опытное естествознание.

• **7-9 века – это период бурного развития науки на Востоке**

Восток был миром роскоши и богатства. Здесь нашла приют гонимая христианской церковью наука древности. Позже труды Аристотеля и Птолемея пришли на кафедры средневековых европейских университетов в арабских переводах. Следует отметить, что задолго до арабов достижения античной науки стали известными в странах Закавказья – Армении и Грузии, где ещё в 5-7 вв. были переведены труды Аристотеля и Платона.

Дальние путешествия, торговля стимулировали развитие географических и астрономических знаний.

Новая математика, получившая начало с работами Хорезми (ок. 780-850 гг.), была удобна для решения вычислительных задач. Хорезми написал трактат “Аль-Джабар”, давший название новому разделу математики – алгебре.

Физик, математик, историк и естествовед Аль-Бируни (973-1048 гг.), который был блестящим учёным, проводил опыты по астрономии и математике, можно удивляться точности, с которой сделаны его вычисления по определению угла наклона эклиптики к экватору, радиуса Земли. Аль-Бируни вел научную переписку с учёным Ибн Синой (Авиценной, 980-1037 гг.), с которым обсуждает ряд естественнонаучных вопросов, и, в частности, работы Аристотеля, где критикуется ряд его утверждений.

В это время впервые дана оценка высоты атмосферы современником Бируни египтянином Ибн аль Хайсам (Алхазен) – 52000 шагов. И хотя результат не был точным, но принцип определения по продолжительности сумерек явился большим достижением средневековой оптики.

Но если Бируни переводил Птолемея, определял радиус Земли, размышлял о гелиоцентрической системе мира, то в Европе господствовали представления о Земле, как о лепёшке, накрытой хрустальным колпаком. В 11 в. норвежские мореплаватели постепенно открыли Гренландию, Лабрадор, берега Северо-восточной Америки. В течение около 3-х столетий они поддерживали плавание к этим берегам, но эти открытия не имели никакого влияния на расширение сведений в Европе. Средневековый застой был так могущественен, что открытие норманнов успешно забылось, и Америку пришлось потом открывать вторично.

### 1.2.5. Развитие научных связей Европы и Востока

С 10 в. начинают развиваться экономические и культурные связи Европы и Востока. Появляются первые университеты, сначала в Испании, затем в Италии, Франции (Париж) и Англии. Конечно, университет средневековой Европы отличался от современного университета, но до нашего времени сохранились учёные степени доктора, звания профессора и доцента, лекции, средневековые мантии и шапочки профессоров. Лекция (буквально – чтение) являлась основной формой сообщения знаний. Книг было мало, они были дороги, преподавание велось на латинском языке, который до 18 в. был международным (на нём писали Коперник, Ньютон, Ломоносов).

Эпоха Великих географических открытий, когда корабли Колумба (1492-1493 гг.), Васко де Гама (1497-1499 гг.), Магеллана (первое кругосветное плавание, 1519-1522 гг.) совершали дальние походы, обогатила естественные науки новыми сведениями о нашей планете, в том числе, например, о шарообразности Земли. Магеллан открыл путь новому пониманию Вселенной. Держаться устаревших средневековых представлений о Земле стало невозможно.

Очень точно изложил основы метода нового естествознания Великий Леонардо да Винчи (1452-1519 гг.): *“Всё наше познание начинается с ощущений”, “Мудрость есть дочь опыта”, “Никакой достоверности нет в науках там, где нельзя приложить ни одной из математических наук, и в том, что не имеет связи с математикой”*. Леонардо явился предшественником Галилея, Декарта, Кеплера, Ньютона и других основателей естествознания. Но его труды начали расшифровывать и издавать только в 19 веке.

Естествоиспытатели и философы работали рука об руку над построением нового мировоззрения. И Аристотель в 4 в. до н.э. и Ньютон в 17 в. одинаково смотрели на задачи физической науки – как на общую теорию природы. Но различие заключалось в методе её построения. Ньютон строил натуральную философию, т.е. теорию природы, на математических и экспериментальных началах. Аристотель принципиально исключал математику и эксперимент как метод познания Природы. Но, как видим, победил метод Галилея-Ньютона.

### 1.2.6. Изобретение метеорологических приборов

Без научного исследования атмосферы, т.е. без измерения её параметров нельзя было понять процессы, от которых зависят погода и климат. Наука "Метеорология" развивается параллельно с развитием метеорологических приборов.

Простейшая характеристика количества атмосферных осадков, направления ветра оказалась доступной человеку в весьма отдалённые времена. Например, жители Индии, где засушливые периоды сменяются периодами обильных дождей, применяли на практике простейшие дождемеры. Это было более 2500 тыс. лет назад. Жители Древнего Египта, жизнь которых полностью зависела от уровня воды в Ниле, изобрели "ниломер".

**•В числе значительных изобретений 16-17 вв. были термометр и барометр**

Термометр (термоскоп) изобрел Великий итальянский учёный Галилео Галилей (1564-1642 гг.) в 1593 г., однако термометрия прочно встала на ноги только в 18 в., когда появились термометры с постоянными точками.

Почти 200 лет разрабатывались шкала к термометру (1710 г. – шкала Фаренгейта, 1742 г. – Цельсия, 1842 г. – Кельвина). Новый подход к изучению тепловых явлений наметился ещё в 17 в. Термоскоп Галилея и последовавшие за ним термометры флорентийских академиков, Герике, Ньютона подготовили почву, на которой выросла термометрия.

Термометры Фаренгейта, Делиля, Ломоносова, Реомюра и Цельсия, отличаясь друг от друга конструктивными особенностями, определили тип термометра с двумя постоянными точками, принятый в настоящее время.

Ещё в 1703 г. парижский академик Амонтон сконструировал газовый термометр.

Гданьский стеклодув Фаренгейт с 1709 г. изготавливал спиртовые термометры с постоянными точками. С 1714 г. он начал изготавливать ртутные термометры. Точку замерзания воды Фаренгейт принимал за 32 °, точку кипения воды – за 212 °. За нуль Фаренгейт принимал точку замерзания смеси воды, льда и нашатыря или поваренной соли.

Французский зоолог и металлург Реомюр в 1730-1731 гг. описал в журнале Парижской Академии наук свой термометр с постоянной нулевой точкой, за которую он принял температуру замерзания воды. Пользуясь в качестве термометрического тела 80-процентным раствором спирта, а в окончательном варианте – ртутью, он принял в качестве второй постоянной точки точку кипения воды, обозначив её числом 80.

Проверку термометра Реомюра проводил шведский астроном Цельсий, описавший свои опыты в 1742 г. Цельсий установил, что точка кипения воды зависит от давления. В итоге исследований появился новый термометр, известный ныне как термометр Цельсия. Точку плавления льда Цельсий принял за 100, точку кипения воды – за 0°.

Известный шведский ботаник Карл Линней переставил значения постоянных точек: 0 градусов означал температуру плавления льда, 100 градусов – температуру кипения воды. Таким образом, современная шкала Цельсия является шкалой Линнея.

В Петербургской Академии наук академик Делиль предложил шкалу, в которой точка плавления льда принималась за 150, а кипения воды – за 0. Ломоносов применял в своих исследованиях свой термометр со шкалой, обратной шкале Делиля.

В настоящее время в большинстве стран используется шкала Цельсия, но, в США, Англии и некоторых других странах применяется шкала Фаренгейта. Для перевода служат следующие соотношения:

$$t^{\circ}F = (t^{\circ}C + 32) * 9/5 \text{ или } t^{\circ}C = (t^{\circ}F - 32) * 5/9.$$

В метеорологии также используется аппроксимированная абсолютная шкала температуры – шкала Кельвина, где 1°C равен величине градуса Цельсия, но нуль приходится на -273 ° по Цельсию (абсолютный нуль), следовательно, 0 °C равен +273К, 100 °C – равен 373К.

Автором этой шкалы был Вильям Томсон (1824-1907). Уже в 10-летнем возрасте он становится студентом Глазговского университета, а в 22 года – профессором и руководит кафедрой в течение 53 лет. В 1892 г. Томсону за большие научные заслуги был присвоен титул лорда Кельвина (по имени речки Кельвин, протекающей вблизи университета в Глазго). Шкала Кельвина была введена в 1848 г.

Интересна история изобретения барометра. Впервые идею создания барометра предложил Галилей (1564-1642), а осуществили её его знаменитые ученики в 1643 г. – Эванджелисто Торричелли и Вивиани ("Трубка Торричелли").

Имя Торричелли (1608-1647) навсегда вошло в историю естественных наук как имя человека впервые доказавшего существование атмосферного давления и получившего "торричеллеву пустоту". Исходя из представления, что мы живем на дне воздушного океана, оказывающего на нас давление, Торричелли предложил своему ученику Вивиани (1622-1703) измерить это давление с помощью запаянной трубки ("Трубки Торричелли"), заполненной ртутью. При опрокидывании трубки в сосуд с ртутью ртуть из трубки выливалась не полностью, а останавливалась на некоторой высоте, так, что в трубке над ртутью образовывалось пустое пространство. Так был сконструирован первый в мире барометр. Так из опыта в 1643 г. Торричелли родилась научная метеорология.

С помощью "Трубки Торричелли" в 1664 г. французский физик и математик Паскаль (1623-1662) доказал существование давления атмосферы. Это было очень важное открытие, потому что до Торричелли и Паскаля никто не знал о действительном существовании атмосферного давления и связи его с погодой. Декарт сразу же предложил идею

измерения атмосферного давления на различных высотах, которая также была реализована Паскалем в 1648 г.

В 1670 г. английский учёный Роберт Гук разработал шкалу барометра, где низкое давление соответствовало дождю и шторму, а высокое – хорошей и сухой погоде. Такие обозначения мы можем видеть и на современных комнатных барометрах, хотя такой простой зависимости между давлением и погодой не существует, связь эта гораздо сложнее.

В 1665 г. английский физик и химик Роберт Бойль (1627-1691) назвал новый прибор барометром. Изучая упругость воздуха (вместе со своим учеником Тоунли), он установил закон, который сейчас известен каждому школьнику: *“У заданной массы газа, находящейся при постоянной температуре произведение давления на объём также есть постоянная величина”*.

Через 14 лет вышло сочинение аббата Мариотта (1620-1684) *“Опыт о природе воздуха”*, в котором он, независимо от Бойля, описал аналогичные опыты. История присоединила его имя к имени Бойля, и теперь мы знаем закон Бойля-Мариотта, а имя Тоунли оказалось забытым.

В 1660 г. во Флорентийской Академии был создан прибор для измерения влажности.

Во второй половине 17 в. английский физик Гук предложил прибор для определения скорости ветра.

Позже швейцарский учёный Вильд, который долгое время работал в России, взяв на вооружение принцип прибора Гука, разработал флюгер, который до сих пор называют "Флюгер Вильда". Отметим, что Гук и Вильд, возможно, были знакомы с дневниками Великого поэта, философа, учёного, изобретателя и художника Леонардо да Винчи, где имеются зарисовки подобного прибора для измерения скорости ветра. Кстати, Леонардо да Винчи изобрел и способ определения скорости течений, использующийся в гидрологии морей и океанов.

### **1.2.6. Научные общества и академии**

Потребность научного развития вызвала к жизни новые организации в виде научных обществ и академий. В 1645 г. в Англии собирался кружок любителей естественных наук, который позднее, в 1660 г. получил статус Лондонского Королевского общества.

Общество существует и поныне как высшее научное учреждение Англии – Английская Академия наук. Первая Академия – Флорентийская академия опыта была организована в 1657 г. учениками и последователями Галилея.

Аналогичные собрания проходили в Париже, где в 1666 г. была утверждена Парижская Академия наук.

Пётр I во время своего путешествия по Европе ознакомился с английским королевским обществом, президентом которого в то время был Ньютон. Пётр I посещал также Парижскую Академию наук. 28 января 1724 г. он подписал указ об учреждении Петербургской Академии наук.

Развитие науки потребовало развития научной информации. Обычными формами такой информации были книги, личное общение и переписка учёных.

В эпоху Галилея жил учёный монах Мерсенн (1588-1648 гг.), который известен своими открытиями в акустике. Но главным делом его жизни была организация взаимной научной информации учёных посредством переписки, которую он лично поддерживал со всеми ведущими учёными своего времени, служа своеобразным центром связи между ними. Его прозвали “человек-журнал”. Позже стали выходить научные журналы. С 1665 г. – труды Лондонского Королевского общества, затем – Парижской Академии наук.

### **1.3. Развитие синоптической метеорологии**

Наблюдения за погодой можно встретить у многих древних авторов. Летописи, исторические свидетельства, саги, легенды помогают восстанавливать климат прошлого. Например, в "Одиссее" Гомера встречается наблюдение, что Причерноморье – страна, *"окутанная мглою и тучами"*, по которому позднее профессор Мультиановский Б.П. пришел к выводу, позже подтвержденному многими исследователями о похолодании около 1000 лет до нашей эры в этом районе. В книгах Борисенкова Е.П. и Пасецкого собраны имеющиеся с древних времен сведения о погоде и связанных с ней событиях на территории нашего государства.

Весь прошедший период развития науки подготовил почву для научного развития научной метеорологии и синоптической метеорологии. Самое важное для этого периода – это изобретение метеорологических приборов, которые позволили наладить систематические наблюдения над погодой. Этот период синоптики обычно называют “досиноптическим”.

Первая сеть метеорологических станций была создана в Италии сразу после изобретения ртутного барометра (1654 г.). В России первые регулярные инструментальные метеорологические наблюдения были начаты в Петербурге в 1725 г. по инициативе учрежденной указом Петром I “Академии наук и всяческих искусств”. Первые наблюдения вел академик Майер. В 1725 г. Великая Северная экспедиция, под руководством Витуса Беринга, снаряженная по указу Петра I, организовала около 20 метеорологических станций по пути следования.

Первая метеорологическая сеть в России из 24 метеорологических станций возникла в 1733-1744 гг. также благодаря деятельности Великой Северной экспедиции, но обмен информацией осуществился только через 100 лет. В 1835 г. выпущена первая (в 1837 г. – вторая) инструкция “Руководство к деланию метеорологических и магнитных наблюдений”.

Метеорологические наблюдения являлись и являются наиболее важным звеном гидрометеорологической службы всех стран. Первыми сподвижниками метеорологической службы были в основном энтузиасты, которые проводили наблюдения на добровольных началах.

В 20-х годах 19 века произошло важное для развития новой науки событие. В Германии Брандес составил первые синоптические карты для Европы. Укажем, что ещё в 1686 г. английский астроном Эдмунд Галлей по имеющимся сведениям сделал первую карту, где указал средние ветровые условия за большой период времени в зоне между 30° с.ш. и 30° ю.ш. Но в распоряжении Брандеса был исторический метеорологический материал по 36 станциям в Европе, в т.ч., 3 – в России. Брандес увидел, что области пониженного и повышенного давления простираются на большие районы земной поверхности и перемещаются из одних районов в другие, и в области пониженного давления со всех сторон втекает воздух. Вток воздуха в области пониженного давления происходит не по нормали к изобарам, а под углом к ним так, что если стать спиной к ветру, то низкое давление остается слева, высокое – справа. Тем самым Брандес открыл барический закон ветра, известный в метеорологии как закон Бейс-Бало (в честь норвежского учёного, который установил его позднее эмпирически).

Выдающийся метеоролог прошлого столетия Генрих Вильгельм Дове, внимательно изучив материалы Брандеса, пришел к выводу, что все атмосферные движения умеренных широт имеют вихревой характер.

Очень важным периодом в развитии синоптической метеорологии была организация служб погоды в разных странах.

Первые официальные службы погоды были созданы, начиная с 1854 г. Поводом для этого послужила катастрофа во время Крымской войны. Англичане и французы, осаждая русский порт Севастополь, надеялись захватить город после обстрела. Но 14 ноября 1854 г. на Чёрном море разразилась жестокая буря, разгромившая англо-французский флот.

Изрядно потрепанная потерпевшая сторона, возмущённая такими действиями Природы, запросила директора Парижской астрономической обсерватории Леверье, можно ли было заблаговременно предсказать приближение и развитие этой бури. Господин Леверье по тем временам проделал большую работу и пришёл в выводу, что траектория бури хорошо прослеживалась с помощью синоптических карт и могла быть предсказана заранее.

Это открытие привело к зарождению службы погоды в Европе. На первых порах основной задачей такой службы являлись штормовые оповещения. В Англии в 1854 г. был создан метеорологический департамент, главой которого был назначен адмирал Роберт Фицрой.

Одними из первых организовала службу оповещений Франция (1857 г.), затем США (1858 г.), Голландия (1860 г.), Италия (1865 г.), Норвегия (1866 г.), Дания (1872 г.), Россия (1872 г.) и Германия (1876 г.).

В России в середине прошлого века насчитывалось 50 метеорологических станций. Уже в конце 19 в. это была лучшая сеть в мире. В 1856 г. был организован телеграфный сбор данных. Но официальной датой начала службы в России следует считать 1 января 1872 г., когда в Главной Геофизической Обсерватории Санкт-Петербурга (ныне – ГГО им. А.И. Воейкова), основанной в 1849 г., начался регулярный выпуск ежедневных бюллетеней погоды.

С этого времени были разработаны многие до настоящего времени не потерявшие актуальности положения синоптической метеорологии.

Таким образом, строился фундамент будущей науки – синоптической метеорологии. Термин *ΣΥΝΟΠΤΙΚΟΣ* означает по-гречески "*способный всё обозреть*".

Появился новый метод изучения погоды – синоптический метод.

- **Синоптический метод – метод анализа и прогноза атмосферных процессов и условий погоды на больших пространствах с помощью синоптических карт**

**и вспомогательных к ним средств (аэрологических диаграмм, вертикальных разрезов атмосферы и пр.)**

Значительным событием в истории науки о погоде было изобретение телеграфа в середине 19 в. Появилась возможность не только измерять и собирать данные, но и обмениваться ими, что позволило осуществить одновременный обзор погоды над большими территориями.

До введения синоптического метода погода для некоторого пункта прогнозировалась на основании наблюдений за ходом метеорологических величин и явлений погоды в одном пункте. Например, влиятельный немецкий метеоролог Генрих Вильгельм Дове занял отрицательную позицию по отношению к синоптическому методу, и разработал свою систему изучения погоды и прогноза её на основе локального метода. И поскольку Дове был директором Прусского метеорологического института вплоть до своей смерти в 1879 г., развитие службы погоды в Германии было задержано.

Говоря о сложности проблемы научного предсказания погоды, ещё в 1875г. Великий Гельмгольц произнес четверостишие Гете, затрагивающее большое место в работе и современного синоптика:

*“Дождь идет, когда захочет, у него ведь свой закон.  
А как только землю смочит, тотчас прекратится он”.*

Далее Гельмгольц продолжил: *“На том самом небосводе, на котором как символ неизменной закономерности природы странствуют вечные звёзды, словно представители противоположной крайности, появляются облака, льёт дождь, сменяются ветры; среди всех явлений природы именно те, которые наиболее капризно меняются, быстро и неуловимо ускользают от всякой попытки поместить их за ограду закона”.*

Прогнозы погоды, особенно на длительные сроки, не имеют пока желаемой для многочисленных потребителей оправдываемости. С тех пор как два китайских астронома древности Хи и Хо были повешены за ошибку в предсказании затмения, астрономия достигла огромных успехов. В наше время предсказанием астрономических явлений занимаются не любители, а специалисты. К сожалению, в метеорологии это далеко не так. Прогноз погоды до сих пор является всё ещё не решённой задачей, поставленной в 18 в. Лапласом.

Целью Лапласа было сведение всех известных явлений мира к закону тяготения при помощи точных математических правил (“Небесная механика”, 1799). *“Мы должны рассматривать настоящее состояние Вселенной как результат её предыдущего состояния и как причину последующего. Разум, который в данный момент знал бы все силы, действующие в при-*

*роде, и взаимное расположение тел в природе, мог бы обобщить в единой формуле движения самых больших тел Вселенной и легчайших атомов: ничто не осталось бы для него неопределенным, и будущее, как и прошедшее, предстало бы перед его взором*” (“Опыт философии теории вероятностей”, 1904).

В. Бьеркнесс в 1904 г. передает это изречение Лапласа так: *“Любая чисто механическая задача может быть сведена к определению положения всех входящих в данную массу частиц в настоящий момент, а предсказание будущего положения этих частиц и их перемещения за данный отрезок времени, согласно законам механики, есть задача, которая в принципе может быть решена”*.

Английский метеоролог Сеттон, затронувший эту проблему, излагает свою точку зрения на практическую неопределённость и невозможность предсказания погоды. Согласно его общему взгляду, проблема погоды может быть существенно неразрешимой из-за того, что в неустойчивых системах в атмосфере весьма малые случайные взаимодействия дают значительный эффект (1951).

По мнению Ретьена (1953), *“Атмосфера почти всегда находится в состоянии “Геркулеса на распутье”. В любой момент достаточно какого-либо воздействия на атмосферу, чтобы перевести её из устойчивого состояния в неустойчивое, как только параметры её состояния достигнут критических значений; тогда решение с фундаментальными выводами может, в свою очередь, оказаться совершенно непреодолимым препятствием для физически обоснованного и точного предсказания погоды”*.

Несмотря на постоянное развитие синоптической метеорологии, в ней остается много нерешённых проблем. В некоторой степени, как отмечал ещё Тур Бержерон, прогрессу в синоптической метеорологии в известной степени препятствует недостаточное знание метеорологии у части теоретиков и, может быть, слабая подготовка в области математики у синоптиков.

В 1878 г. германские учёные Ли и Кеппен практически открыли важный синоптический объект – “Линию шквалов”, который мы называем теперь, благодаря последующим работам Дюрана-Гревиля (1892), холодным фронтом. Что касается тёплого фронта, то он долгое время ускользал от обнаружения, и только в 1918-1920 гг. группой учёных Бергенской школы были заложены основы новой фронтологической синоптики.

В 1875 г. Хильдебрандсон предлагает статическую модель циклона, в 1878 г. Ли рассматривает трёхмерную структуру фронтального циклона так как мы представляем её сегодня. Открытие Бержероном 18 ноября 1919 г. процесса окклюзии привело к тому, что модель циклона перестала быть статичной.

Русские учёные внесли большой вклад в развитие Мировой Метеорологии. М.В. Ломоносов написал множество статей по метеорологии и геофизике, сконструировал ряд метеорологических приборов.

Броунов (1882 г.) сформулировал основные правила движения циклонов и антициклонов. Срезневский изучил волны холода, с которыми связаны возникновения бурь, метелей и гроз. С именем Рыкачева связана организация службы погоды в России.

Блестящий учёный-климатолог А.И. Воейков (1842-) путешествовал по всем континентам и первым обратил внимание на проблему воздействия человека на Природу. Из Среды его учеников вышло немало талантливых учёных, работавших впоследствии в различных отраслях метеорологии – Б.П. Мультановский, А.В. Вознесенский, Б.И. Срезневский и другие. Широко известны работы А.В. Клоссовского (1846-1917), который имел тесные научные контакты с Воейковым, по изучению атмосферных процессов с физической точки зрения.

Вильд создал в России чётко и хорошо действующую сеть метеорологических станций, лучшую в Море для конца 19 и начала 20 века. Он был автором целого ряда метеорологических приборов.

Широко известны дальние плавания русских военных моряков, позволившие собрать богатый научный материал. Лазарев и Беллинсгаузен на кораблях "Восток" и "Мирный" первыми увидели берега Антарктиды. Опытный флотоводец и учёный, адмирал С.О. Макаров первый начал океанографические исследования в Тихом океане на корвете "Витязь". Георгий Седов, русский моряк, был последним из смельчаков, уходивших на полюс пешком.

Вскоре после 1910 г. в синоптическую практику вошли метеорологические зондирующие самолеты. С мая 1919 г., например, Датский Королевский Метеорологический институт стал проводить их ежедневно. Уже в 1920 г. средняя высота подъема составляла 4,4 км. С 30-х годов получают дальнейшее развитие теории атмосферных фронтов, циклонов, разработано учение о трансформации воздушных масс. В 1930 г. в нашей стране была организована единая гидрометеорологическая служба.

Изобретение Молчановым радиозонда в 1930 г. реализовало возможность изучения вертикального строения атмосферы уже не по косвенным методам. Была создана сеть аэрологических станций, и началось составление первых аэрологических карт, которые с 1937 г. составлялись уже ежедневно.

В 1930 г. в Москве открылось Бюро погоды СССР, преобразованное позднее в Центральный институт прогнозов. Ныне – это Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации. Возникла острая проблема кадров, которую нельзя было уже решить путём организации курсов. В 1930 г. создается Московский гидрометеорологический институт (ныне Российский государственный гидрометеорологический университет в Санкт-Петербурге). Это был первый в мире специализированный вуз по подготовке специалистов высшей квалификации. В 1930 г. Тур Бержерон читал лекции на курсах работников службы погоды в России.

Успехи синоптической метеорологии в России с начала 30-х годов связаны с деятельностью А.И. Аскназия (1887-1937) и его учеников, том числе, С.П. Хромова – автора учебников по синоптической метеорологии (1934, 1937, 1940, 1948), метеорологического словаря (совместно с Л.И. Мамонтовой) и многих научных статей.

К 40-м годам была заложена прочная теоретическая основа синоптической метеорологии. Установлены ряд эмпирических критериев для прогноза развития циклонов и антициклонов, детально изучены их стадии развития, вошли в синоптическую практику понятия струйных течений и высотных фронтальных зон.

Большой вклад в этот период вносят отечественные учёные – С.И. Троицкий, В.М. Михель, А.Ф. Дюбюк, Х.П. Погосян, Н.Л. Таборовский, С.П. Хромов, А.С. Зверев, Б.Л. Держжеевский, В.А. Джорджио, В.А. Бугаев, Б.Д. Успенский и др. В 40-х годах начались и продолжились после Великой Отечественной Войны исследования по численным методам анализа и прогноза погоды в трудах Н.Е. Кочина, А.М. Обухова, И.А. Кибеля, А.С. Моница и др.

Развивалась метеорология и во время Великой Отечественной Войны. Стране необходимы были военные специалисты-метеорологи, и приказу ВВК на базе Гидрометеорологической службы страны была создана Высшая военная гидрометеорологическая академия Красной Армии (ВВГМА КА), куда даже с фронта направляли тех, кто имел незаконченное высшее образование. В ВВГМА учились будущие всемирно известные учёные Д.А. Педь, А.Л. Кац, Л.Т. Матвеев.

Сначала в Москве, а с декабря 1941 часть академий и институтов (в том числе, ВВГМА КА) по приказу Сталина были направлены в тыл. С декабря 1941 по лето 1943 г. курсанты Академии обучались в Ленинабаде, заканчивали в 1944 г снова в Москве.

Лекции читали известные учёные-метеорологи Л.И. Мамонтова (Общая метеорология), С.П. Хромов, Г.М. Таубер и А.Х. Хргиан (Синоптическая метеорология), В.А. Бу-

гаев (Анализ карт барической топографии), академик Белорусской Академии Наук А.И. Кайгородский (Климатология), А.Б. Калиновский и И.В. Ханевская (Аэрология), В.А. Белинский (Динамическая метеорология) и другие. Затем по заданию Правительства была образована группа наиболее способных студентов (15 чел.) для дальнейших научно-исследовательских работ в области гидрометеорологии. В неё, кроме Д.А. Педея и А.Л. Каца, вошли Л.Т. Матвеев, Г.И. Морской и др. Этой группе молодых специалистов читал лекции учёный с мировым именем – И.А. Кибель.

1957 год ознаменовался подлинной революцией в службе погоды – 4 октября 1957 г. на околоземную орбиту впервые в мире выведен искусственный спутник, а уже с 1958 г. на ИСЗ устанавливается метеорологическая аппаратура. Спутники, с точки зрения возможностей наблюдения за погодой, можно сравнить с первыми термометрами и барометрами Эпохи Возрождения. Аппаратура, установленная на спутниках, позволяет получать информацию о состоянии погоды на всем Земном шаре, со спутников видны суша и океаны, промышленные районы и шапки полярных льдов. Спутниковая информация позволила более объективно проводить синоптический анализ, своевременно выявлять возникновение опасных и стихийных явлений погоды, в частности, там, где полностью отсутствует обычная метеорологическая информация.

#### **1.4. ВМО – Всемирная метеорологическая организация**

Задачей гидрометеорологической службы является обеспечение возможности полного и эффективного использования всеми отраслями народного хозяйства благоприятных особенностей климата и погоды, а также сокращения до минимума ущерба от стихийных бедствий.

Основные положения, на которых строится деятельность гидрометеорологической службы, разрабатываются и утверждаются Всемирной службой погоды, работу которой координирует Всемирная Метеорологическая Организация. ВМО возникла как мировое сообщество метеорологов – в 1873 г. ВМО осуществляет обмен метеорологической информацией между всеми службами, следит за соблюдением единства методов наблюдений, заботится о распространении и обмене результатами научных исследований в области метеорологии.

Необходимость международного сотрудничества в области метеорологии стала очевидной для учёных в начале 19-го столетия, когда были составлены первые карты погоды. Атмосфера не имеет государственных границ, и сама по себе служба погоды может

функционировать и быть эффективной только как служба международная, организованная в масштабах всего Земного шара.

В начале 70-х годов 19 века (1872-1873 гг.) была учреждена Международная метеорологическая организация (ММО), которая после Второй Мировой войны стала Всемирной метеорологической организацией (ВМО), являющейся одним из специализированных агентств Организации Объединенных Наций (ООН), устав которой был подписан 26 июня 1945 г.

**•23 марта 1950 г. вступила в силу Конвенция Всемирной метеорологической организации, и бывшая неправительственная организация ММО была преобразована в межправительственную – ВМО**

С тех пор каждый год *23 марта празднуется Всемирный День Метеоролога*. Празднование этого дня привлекает внимание населения к той пользе, которую метеорология приносит для социально-экономического развития стран во всем мире.

Метеорологи разных стран работают, руководствуясь едиными рекомендациями (Техническими регламентами) ВМО. Членами ВМО являются более 150 стран Мира. Высшим органом ВМО является Всемирный метеорологический конгресс, который созывается раз в 4 года. На Конгрессе избираются Генеральный секретарь ВМО, и его заместители. На Конгрессе Всемирной Метеорологической Организации в Женеве 20 мая 2003 г. на пост Президента на предстоящие 4 года без голосования был избран Руководитель Федеральной Службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) Александр Иванович Бедрицкий (1947 г. рожд.). Представитель России впервые занял этот высокий пост.

ВМО имеет шесть региональных ассоциаций по географическим районам, координируют деятельность членов в пределах своих географических районов, куда входят Африка, Азия, Южная Америка, Северная и Центральная Америка, Юго-Запад Тихого океана, Европа.

Основная практическая деятельность ВМО выполняется 8-ю техническими комиссиями: по авиационной метеорологии, атмосферным наукам, гидрологии, климатологии, морской метеорологии, основным системам, приборам и методам наблюдений, сельскохозяйственной метеорологии. Штаб-квартира ВМО находится в Швейцарии в Женеве. Бюджет ВМО состоит из взносов Членов Организации, пропорционально размерам национального дохода каждой страны.

Метеорологические службы разных стран мира, оставаясь национальными по структуре и задачам, решаемым в пределах своей страны, работают по международным стандартам в соответствии с рекомендациями ВМО.

Метеорологические службы участвуют в реализации международных программ, например, Всемирной климатической программе, Всемирной программе применения знаний о климате, программах “Метеорология и освоение океанов”, “Сельскохозяйственная метеорология”, “Гидрология и водные ресурсы” и другими.

Крупнейшей является программа ВМО “Всемирная служба погоды”, основой которой являются три глобальные системы: наблюдений (ГСН), обработки данных (ГСОД) и телесвязи (ГСТ). Согласно этой программе функционируют три категории метеорологических центров: национальные (НМЦ), региональные (РМЦ) и мировые (ММЦ). В настоящее время успешно функционируют Центры приема и обработки спутниковой информации.

Национальные центры (их более 100) осуществляют сбор и распространение метеорологической информации с территории одной страны и пользуются необходимой информацией с территорий других стран.

Региональные центры (их более 30-ти, в том числе, в России имеются РМЦ в Москве, Новосибирске и Хабаровске) освещают метеорологическими данными большие территории, охватывая при необходимости системой сбора, обработки метеорологической информации несколько стран.

Мировые центры – в Москве, Вашингтоне и Мельбурне – собирают данные со всего мира, включая информацию метеорологических спутников Земли.

## **1.5. Гидрометеорологическая служба России**

Анализ и прогноз погоды является повседневной работой Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей Среды (Росгидромет). Росгидромет в своей деятельности руководствуется Конституцией Российской Федерации, федеральными конституционными законами, Федеральным законом "О гидрометеорологической службе", другими федеральными законами, указами и распоряжениями Президента Российской Федерации, международными договорами Российской Федерации, а также Положением, утверждаемым постановлением Правительства Российской Федерации.

**Спектр научных исследований учреждений Росгидромета включает:**

- Изучение и прогнозирование гидрометеорологических и гелиогеофизических процессов в атмосфере, Мировом океане и околоземном космическом пространстве;
- Научно-методическое обеспечение работ по ликвидации последствий техногенных аварий и катастроф;
- Оценку и прогноз изменения климата, агроклиматических и поверхностных водных ресурсов Российской Федерации;
- Активные воздействия на гидрометеорологические и гелиогеофизические процессы и государственный надзор за их проведением;
- Исследования в Арктике и Антарктике и изучение озонового слоя Земли;
- Оценку и прогноз масштабов и последствий загрязнения окружающей среды и др.

**В состав Росгидромета входят более 20 научно-исследовательских подразделений, из них:**

- Гидрометеорологический центр России (Гидрометцентр),
- Арктический и Антарктический НИИ (ААНИИ),
- Всероссийский НИИ гидрометеорологической информации-Мировой центр данных (ВНИИГМИ-МЦД),
- Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова (ГГО),
- Государственный океанографический институт (ГОИН),
- Институт экспериментальной метеорологии (ИЭМ),
- Всесоюзный НИИ сельскохозяйственной метеорологии (ВНИИСХМ),
- Институт прикладной геофизики им. акад. Е.К. Федорова (ИПГ),
- Центральная аэрологическая обсерватория (ЦАО),
- Государственный гидрологический институт (ГГИ),
- Высокогорный геофизический институт (ВГИ),
- Гидрохимический институт (ГХИ) и др.
- Региональные научно-исследовательские гидрометеорологические институты, например, Дальневосточный РНИГМИ, Западно-Сибирский РНИГМИ и др.

На научно-исследовательские подразделения Росгидромета, в числе прочих, возложены, различные функции. Например, ВНИИГМИ-МЦД – это мировой центр гидрометеорологических данных, ААНИИ – мировой центр данных по морскому льду, ИПГ – евразийский центр предупреждений гелиогеофизических явлений, ГГО – мировой радиаци-

онный центр ВМО и мирового центра по атмосферному электричеству, ЦАО – международный центр по оперативному анализу состояния озонового слоя и т. д.

1 января 1930 г. в Москве в соответствии с Постановлением Правительства о создании единой метеорологической службы страны было образовано Центральное бюро погоды СССР. В 1936 г. оно реорганизуется в Центральный институт погоды, в 1943 г. — в Центральный институт прогнозов, в котором концентрируется оперативная, научно-исследовательская и методическая работа в области гидрометеорологических прогнозов.

В 1964 г. в связи с созданием Мирового метеорологического центра Главного управления гидрометеорологической службы часть отделов была переведена из Центрального института прогнозов в этот центр. Однако уже в конце 1965 г. Мировой метеорологический центр и Центральный институт прогнозов были объединены в одно учреждение — Гидрометеорологический научно-исследовательский центр СССР с возложением на него функции Мирового и Регионального метеорологических центров в системе Всемирной службы погоды Всемирной метеорологической организации.

В 1992 г. Гидрометцентр СССР был переименован в Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации (Гидрометцентр России). В 1994 г. Гидрометцентру России присвоен статус Государственного научного центра Российской Федерации (ГНЦ РФ).

В настоящее время исследовательский Гидрометеорологический Центр Российской Федерации занимает ключевые позиции в развитии основных направлений гидрометеорологической науки. Гидрометеорологический Центр России, наряду с методической и научно-исследовательской работой, ведёт большую оперативную работу, а также выполняет функции Мирового метеорологического центра и Регионального специализированного метеорологического центра Всемирной службы погоды в системе ВМО. Кроме того, Гидрометеорологический Центр России является региональным центром зональных прогнозов погоды в рамках Всемирной системы зональных прогнозов. В региональных масштабах такую же работу проводят региональные гидрометеорологические центры (в Новосибирске, Хабаровске и др.).

Непосредственно гидрометеорологическое обеспечение осуществляется подразделениями территориальных управлений по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (УГМС).

**Подразделения, осуществляющие гидрометеорологическое обеспечение:**

Башкирское УГМС (Уфа),  
Верхне-Волжское УГМС (Нижний Новгород),  
Дальневосточное УГМС (Хабаровск),  
Забайкальское УГМС (Чита),  
Западно-Сибирское УГМС (Новосибирск),  
Иркутское УГМС (Иркутск),  
Камчатское УГМС (Петропавловск-Камчатский),  
Колымское УГМС (Магадан),  
Мурманское УГМС (Мурманск),  
Обь-Иртышское УГМС (Омск),  
Приволжское УГМС (Самара),  
Приморское УГМС (Владивосток),  
Сахалинское УГМС (Южно-Сахалинск),  
Северное УГМС (Архангельск),  
Северо-Западное УГМС (Санкт-Петербург),  
Северо-Кавказское УГМС (Ростов-на-Дону),  
Среднесибирское УГМС (Красноярск),  
УГМС Республики Татарстан (Казань),  
Уральское УГМС (Екатеринбург),  
УГМС Центрально-Черноземных областей (Курск),  
Чукотское УГМС (Певек),  
Якутское УГМС (Якутск).

При управлениях гидрометеорологической службы действуют бюро погоды (Центры ГМС), выполняющие всю оперативную прогностическую работу в пределах своей территории. Некоторые УГМС имеют в своем подчинении несколько центров УГМС. Например, в составе Северо-Западного УГМС (Санкт-Петербург) находятся:

Карельский ЦГМС (Петрозаводск),  
Ленинградский ЦГМС (Санкт-Петербург),  
Новгородский ЦГМС (Новгород),  
Псковский ЦГМС (Псков),  
Смоленский ЦГМС (Смоленск),  
Тверской ЦГМС (Тверь).

В составе УГМС Центрально-Черноземных областей (Курск) находятся:

Белгородский ЦГМС (Белгород)  
Брянский ЦГМС (Брянск),  
Воронежский ЦГМС (Воронеж),  
Калужский ЦГМС (Калуга),  
Липецкий ЦГМС (Липецк),  
Орловский ЦГМС (Орел),  
Тамбовский ЦГМС (Тамбов),  
Тульский ЦГМС (Тула) и т.д.

Имеются три самостоятельных центра ГМС:

Диксонский (о. Диксон),  
Калининградский ГМС (Калининград обл.),  
Московский (Москва).

При аэропортах работают авиационные метеорологические станции, обеспечивающие прогнозами и метеорологической информацией авиацию. Всю техническую работу по приему и передаче метеорологической информации ведут радиометеорологические центры по правилам, установленным ВМО.

Региональным научно-исследовательским гидрометеорологическим институтом в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке – от Байкала до Чукотки является Дальневосточный региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт (ДВНИГМИ), который был организован в 1950 г. во Владивостоке на базе существующей с 1913 г. гидрометеорологической обсерватории. В его функции входит осуществление комплексного научно-методического руководства оперативно-прогностической деятельностью гидрометеорологической службы в указанном регионе России.

ДВНИГМИ имеет уникальный архив исторических данных по Дальневосточному региону, включая дальневосточные моря, Северо-западную часть Тихого океана и всё северное полушарие.

В 70-90 годы 20-го столетия научно-исследовательским флотом океанского плавания ДВНИГМИ проведён большой комплекс экспедиционных и научных исследований.

Специалисты ДВНИГМИ принимали активное участие в международных программах исследований глобальных атмосферных процессов, в крупнейших в международной океанологической практике комплексных исследованиях в Тихом, Атлантическом и Индийском океанах, в экспериментах по изучению тропических циклонов. Дальневосточный региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт яв-

ляется базовым научно-исследовательским центром по исследованию и прогнозу тропических циклонов в системе Российской гидрометеорологической службы, исследования по данной тематике ведутся с 1956 г.

**В плане научно-исследовательских работ ДВНИГМИ важное место занимают**

- Исследования гидрометеорологических и гидрологических процессов и режима дальневосточных морей России (Японское, Охотское, Берингово);
- Развитие системы гидрометеорологического и геофизического мониторинга,
- Развитие методов и технологий гидрометеорологического обеспечения морских отраслей экономики в шельфовой и береговой зонах морей России, направленных, в первую очередь, на предупреждение опасных и стихийных гидрометеорологических явлений;
- Создание информационных баз и технологий оперативной обработки режимной гидрометеорологической информации и многое другое.

Широкое развитие в последние годы получили фундаментальные исследования механизмов формирования и тенденции современного изменения климата и основных компонентов климатической системы, выявление её долгопериодных колебаний – проблем, которые волнуют метеорологов всего мира.

К сожалению, с 1991 г. снижается обеспечение Росгидромета финансовыми ресурсами, происходит сокращение числа пунктов гидрометеорологических наблюдений. В 1996 г. их плотность составила 1 пункт на 9.4 тыс. кв. км, что ниже показателей США более чем в 10 раз, Китая – почти в 4 раза.

Метеорологическая служба – это единый международный организм, который должен прочно стоять на ногах. И для решения многих научных и социальных проблем, стоящих перед мировой научной общественностью в 21 веке, требуется четкое и слаженное его функционирование. При росте нерешённых проблем гидрометеорологической службы в России и в Дальневосточном регионе, в частности, несомненна угроза эффективной работе метеорологов Азиатско-Тихоокеанского региона и всей международной метеорологической службе.