

# **Определение расчетных метеорологических характеристик по данным многолетних наблюдений**

**Селютин Д.А.**

**Белорусский национальный технический университет**

## *Наблюдение и эксперимент в метеорологии*

Фактические сведения об атмосфере, погоде и климате получают из наблюдений. Анализ результатов наблюдений служит в метеорологии и климатологии для выяснения причинных связей в изучаемых явлениях.

В общей физике основным методом исследования является эксперимент. Экспериментируя, исследователь вмешивается в ход физических процессов, меняет условия, в которых они протекают, вводит одни факторы и исключает другие с целью выяснения причинных связей в явлениях. Но атмосферные явления крупного масштаба, такие, как общая циркуляция атмосферы или теплооборот на больших пространствах, еще не могут быть существенно изменены вмешательством человека. Даже энергия термоядерных взрывов невелика по сравнению с энергией процессов циркуляции атмосферы, поскольку взрывы при большой их мощности весьма кратковременны. Изменения в физическом состоянии атмосферы, которые создаются термоядерными взрывами, оказываются ограниченными по распространению их влияния и недолговременными (речь идет о физических процессах, а не о заражении атмосферы радиоактивными продуктами распада). Поэтому метеорология, как и другие геофизические науки, должна прибегать к наблюдениям, т. е. к измерениям и качественным оценкам процессов, протекающих в природной обстановке. Непрерывно наблюдая за атмосферными процессами, человек является зрителем и регистратором тех грандиозных опытов, которые ставит сама природа, без его участия.

В ограниченных пределах в метеорологии применяется и эксперимент. К числу метеорологических экспериментов относятся, например, опыты осаднения облаков и рассеяния туманов путем различных физико-химических воздействий на них. Такие опыты преследуют практические цели, но они позволяют также глубже

разобраться в природе явления. Насаждение лесных полос, создание водохранилищ, орошение местности и т. п. вносят некоторые изменения в состояние приземного слоя воздуха. Тем самым и они в некоторой степени являются средствами метеорологического (точнее, климатологического) эксперимента.

Применяется и моделирование некоторых атмосферных процессов в лаборатории, т. е. воспроизведение их в малом масштабе и при упрощенных условиях. Так, например, моделируется даже общая циркуляция атмосферы. Возможности такого метода исследования также ограничены.

### ***Статистический и физико-математический анализ***

Результаты наблюдений подвергаются анализу в целях выяснения закономерностей, существующих в атмосферных процессах. Первостепенное значение имеет в метеорологии статистический анализ большого материала наблюдений, особенно применение осреднения, которое отсеивает случайные детали явлений и яснее показывает их существенные особенности.

Особенно велика роль этого метода для климатологии. Климатология берет в качестве исходного материала результаты метеорологических наблюдений; эти результаты сопоставляются, сравниваются во времени и пространстве. Для полного представления о климате недостаточно наблюдений единовременных или в течение коротких промежутков времени. Атмосферные процессы настолько изменчивы и многообразны, что для изучения современного климата во всех его особенностях необходимо наблюдать их в течение длительного, многолетнего периода.

Для получения выводов из очень большого количества наблюдений необходимо подвергать результаты наблюдений статистическому анализу; поэтому климатические характеристики являются статистическими выводами из многолетних рядов наблюдений. Такие характеристики могут представлять собой многолетние средние значения различных метеорологических величин, средние из ежегодных отклонений от этих многолетних средних значений, крайние пределы отдельных значений за многолетний период, повторяемости тех или других величин явлений, средние и крайние сроки наступления определенных явлений и т. д.

С помощью статистического метода корреляции можно также установить наличие большего или меньшего параллелизма или противоположности (или отсутствие их) в изменениях различных метеорологических величин во времени. Тем самым можно выяснить, есть ли связь между этими величинами, и количественно выразить степень этой связи.

Для выражения количественных связей между явлениями в метеорологии употребительны также эмпирические формулы, коэффициенты которых подбираются из опыта, т. е. опять-таки из большого числа сравнительных наблюдений.

Статистика, таким образом, помогает яснее представить факты и лучше обнаружить связи между ними. Но статистика не объясняет фактов и связей. А именно их объяснение открывает наиболее надежный путь к предвидению (прогнозу) дальнейшего развития процессов и к сознательному воздействию на них.

Поскольку в метеорологии рассматриваются физические явления, их объяснение может быть дано только на основании законов физики. Наиболее совершенный путь для этого - физико-математический анализ. В XX столетии достигнуты большие успехи в его применении к задачам метеорологии. На основе общих законов физики составляются дифференциальные уравнения, описывающие атмосферные процессы. Подставляя в эти уравнения исходные данные, полученные из наблюдений, и решая уравнения, можно находить количественные закономерности атмосферных процессов и даже прогнозировать их дальнейшее течение. В одних разделах метеорологии этот метод применяется широко, в других - еще недостаточно.

### *Применение карт*

Основные атмосферные процессы разворачиваются на больших пространствах, а их следствия, в виде определенных условий погоды и климата, обнаруживаются в таком же крупном масштабе. Поэтому существенное значение в метеорологии и климатологии имеет сопоставление наблюдений на географических картах. Последующий анализ наблюдений относится уже не к наблюдениям в отдельных пунктах, а к пространственным распределениям наблюдаемых величин.

На карту можно нанести фактические результаты наблюдений, сделанные в разных местах в один и тот же момент. Такая карта называется синоптической; она позволяет видеть, как распределялись условия погоды и, следовательно, каковы были свойства атмосферы и характер атмосферных процессов в этот момент над большой территорией. Составляя синоптические карты для последовательных моментов времени, можно проследивать развитие атмосферных процессов и делать выводы о будущей погоде.

На карты можно наносить и результаты статистической обработки многолетних наблюдений; тогда мы получим климатологические карты. Можно составить, например, карты многолетнего среднего распределения величин температуры или осадков на определенной территории за тот или иной месяц, карты средних дат установления снежного покрова, карты повторяемости гроз, карты наибольших или наименьших температур, наблюдавшихся в данной местности, и пр. Климатологические карты облегчают дальнейший анализ фактов, относящихся к климату, позволяют делать выводы о пространственном распределении особенностей или типов климата и т. д.

### *Метеорологические наблюдения*

Метеорологические наблюдения - это измерения и качественные оценки метеорологических элементов. К метеорологическим элементам относятся в первую очередь температура и влажность воздуха, атмосферное давление, ветер, облачность, осадки, туманы, метели, грозы, видимость. Сюда же присоединяются и некоторые величины, непосредственно не отражающие свойств атмосферы или атмосферных процессов, но тесно связанные с ними. Таковы температура почвы или поверхностного слоя воды, испарение, высота и состояние снежного покрова, продолжительность солнечного сияния и т. п. В меньшем числе мест производятся еще наблюдения над солнечным и земным излучением и над атмосферным электричеством.

Метеорологические наблюдения над состоянием атмосферы вне приземного слоя, до высот около 40 км, носят название аэрологических наблюдений. От них отличаются по методике наблюдения

над состоянием высших слоев атмосферы, которым можно дать название аэрономических наблюдений.

Наиболее полные и точные наблюдения производятся в метеорологических и аэрологических обсерваториях, имеющих в всех странах мира. Число таких обсерваторий, однако, невелико. Кроме того, даже самые точные наблюдения в немногочисленных пунктах не могут дать исчерпывающего представления обо всей жизни атмосферы, поскольку атмосферные процессы протекают в разной географической обстановке по-разному. Поэтому, кроме метеорологических обсерваторий, наблюдения над основными метеорологическими элементами ведутся еще на многих тысячах метеорологических станций и многих сотнях аэрологических станций по всему Земному шару.

### *Метеорологическая сеть*

Для изучения географического распределения метеорологических элементов и сравнения состояния атмосферы (погоды и климата) в различных местах Земли необходимо, чтобы метеорологические станции в каждой стране и во всех странах мира вели наблюдения по возможности однотипными приборами, по единой методике, в определенные часы суток. Иными словами, станции в каждой стране и в мировом масштабе должны составлять единое целое - сеть метеорологических станций, метеорологическую сеть. В каждой стране, в том числе и в России, существует основная государственная сеть метеорологических станций, отвечающая указанному выше требованию - единообразной и согласованной работы. Помимо нее, существуют и метеорологические станции специального назначения, связанные с различными потребностями науки и народного хозяйства (например, станции на курортах, в колхозах, на транспорте и т. п.).

Метеорологические станции общегосударственной сети устанавливаются по возможности равномерно в местах, характерных для данного района. Нужно стремиться к тому, чтобы показания станции были репрезентативными, т. е. характерными не только для ее ближайших окрестностей, но и для возможно большего окружающего района. Метеорологические станции специального назначения размещают исходя из производственных задач.

## *Длительность и непрерывность наблюдений*

Важнейшие условия сетевых метеорологических наблюдений, помимо синхронности, - их длительность и непрерывность. Отдельные годы сильно отличаются друг от друга по режиму атмосферных процессов. Этим определяется необходимость при изучении климата иметь многолетние ряды систематических наблюдений. Для изучения изменений климата метеорологические наблюдения должны производиться вообще неограниченно долго. Важно также, чтобы станции как можно дольше не меняли своего местоположения: перенос станции в другое место обрывает многолетний ряд наблюдений или, по крайней мере, нарушает его однородность. Вредно сказывается на однородности рядов наблюдений застройка местности.

Для целей предсказания погоды также необходимо вести метеорологические наблюдения постоянно и непрерывно: каждый день в атмосфере наблюдаются все новые бесконечно разнообразные условия, а при прогнозе (предсказании) погоды на будущее приходится исходить из фактических условий в настоящем и прошлом.

### *Программа наблюдений на метеорологических станциях*

На наземных метеорологических станциях во всем мире производятся одновременные (синхронные) наблюдения через каждые три часа по единому - гринвичскому - времени (времени нулевого пояса). Результаты наблюдений за эти сроки немедленно передаются по телефону, телеграфу или по радио в органы службы погоды. Там по ним составляются синоптические карты и другие материалы, служащие для предсказания погоды.

На метеорологических станциях основного типа регистрируются следующие метеорологические элементы:

- Температура воздуха на высоте 2 м над земной поверхностью.
- Атмосферное давление.
- Влажность воздуха - упругость водяного пара в воздухе и относительная влажность.

- Ветер - горизонтальное движение воздуха на высоте 10 - 12 м над земной поверхностью. Измеряется его скорость и определяется направление, откуда он дует.

- Облачность - степень покрытия неба облаками, типы облаков по международной классификации, высота нижней границы облаков, ближайших к земной поверхности, скорость и направление движения облаков.

- Количество осадков, выпавших из облаков, их типы (дождь, морось, снег и пр.).

- Наличие и интенсивность различных осадков, образующихся на земной поверхности и на предметах (росы, иней, гололеда и пр.), а также тумана.

- Горизонтальная видимость - расстояние, на котором, вследствие мутности атмосферы, перестают различаться очертания предметов.

- Продолжительность солнечного сияния.

- Температура на поверхности почвы и на нескольких глубинах в почве.

- Состояние поверхности почвы.

- Высота и плотность снежного покрова.

- На некоторых станциях - испарение воды с водных поверхностей или с почвы.

- Регистрируются также метели, шквалы, смерчи, мгла, пыльные бури, грозы, тихие электрические разряды, полярные сияния и некоторые оптические явления в атмосфере (радуга, круги и венцы вокруг дисков светил, миражи).

На береговых метеорологических станциях производятся также наблюдения над температурой воды и волнением водной поверхности. Программа наблюдений на судах отличается в деталях от наблюдений на сухопутных станциях. На большом числе дополнительных станций (постов) производятся наблюдения только над осадками и снежным покровом, так как для лучшего выяснения распределения этих элементов нужна более густая сеть наблюдений. В программу работы станций, имеющих определенный производственный профиль, например сельскохозяйственных, транспортных, авиационных, включаются особые дополнительные наблюдения.

Не все метеорологические элементы наблюдаются в каждый срок наблюдений. Например, количество осадков измеряется четыре раза в сутки, высота снежного покрова - один раз в сутки, плотность снега - один раз в пять дней и т. д.

В программы наблюдений обсерваторий и отдельных станций входят еще актинометрические наблюдения над солнечной радиацией, земным излучением, отражательными свойствами (альбедо) поверхности земли и воды; уточненные наблюдения над температурой и влажностью воздуха на разных высотах в приземном слое воздуха (градиентные наблюдения); измерения содержания в воздухе пыли, химических примесей, радиоактивных продуктов и пр.; атмосферно-электрические наблюдения над ионизацией воздуха, т. е. над содержанием в нем электрически заряженных частиц, и над изменениями электрического поля атмосферы.

### *Список литературы*

1. Леонович, И.И. Дорожная климатология: учебник/ И.И. Леонович.-Мн.: БНТУ, 2005.-485с.
2. Метеорология и климатология энциклопедия  
<http://students.russianplanet.ru>
3. Хромов С. П. Метеорология и климатология для географических факультетов. — Л.: Гидрометеорологическое изд-во, 1964. — С. 30. — 500 с.