

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ АНАЛИЗА КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРИРОДНЫХ ЗОН

Доманцевич Я.С., Картушинский А.В.

**Научный руководитель — к. ф.-м. н., доцент, Картушинский А.В.
Сибирский федеральный университет**

Вопрос о процессе климатической изменчивости всегда имел большое значение для человечества, до сих пор возникает необходимость в разработке методов прогноза климатических изменений для того, чтобы предсказать опасное для жизни и здоровья людей ухудшение природных условий. Но, поскольку, данная область все еще находится на стадии изучения, в связи со сложностью процессов, протекающих в атмосфере, океане и на суше, говорить о точных прогнозах и быть полностью уверенным в своих выводах пока нельзя.

Климат — многолетний статистический режим погоды, характерный для данной местности в силу её географического положения. Это статистический ансамбль состояний, через который проходит система: гидросфера - литосфера - атмосфера за несколько десятилетий. Под климатом принято понимать усреднённое значение погоды за длительный промежуток времени (порядка нескольких десятилетий). Согласно определению Международной Метеорологической Организации (ММО), 30 лет это классический период, статистика за который используется для определения климата.

Погодой же, в отличие от климата, называется состояние метеорологических условий в выбранный момент времени (совокупность космического излучения, лучистой энергии, атмосферного давления, температуры и влажности воздуха, направления и скорости ветра, облаков, тумана, осадков, аэрохимических, электрических и магнитных явлений в атмосфере). Отклонение погоды от климатической нормы не может рассматриваться как изменение климата, например, очень низкие температуры зимой не говорят о похолодании климата. Для выявления его изменений нужен значимый тренд характеристик атмосферы за длительный период времени порядка десятка лет.

Таким образом, климат можно рассматривать как обобщение погоды. Это подразумевает, что описание климата определенного региона должно включать в себя анализ средних условий, сезонного цикла, вероятности экстремальных событий, таких как суровые заморозки, ураганы и т.д.

Целью работы является анализ климатических условий природных зон с использованием программного обеспечения Meteo и выявление тенденций к изменению климатограмм со временем. А так же анализ, преобразование и улучшение данного программного обеспечения.

Программное обеспечение Meteo, рассматриваемое в данной работе, представляет собой информационную систему, позволяющую анализировать и представлять в наглядном виде метеорологическую информацию, полученную на мировых метеостанциях. Но в данном программном обеспечении рассматривается лишь Евразия, что позволяет сузить массив данных, но из-за чего может страдать достоверность сделанных выводов. На рисунке 1 представлено графическое отображение метеостанций в программе.

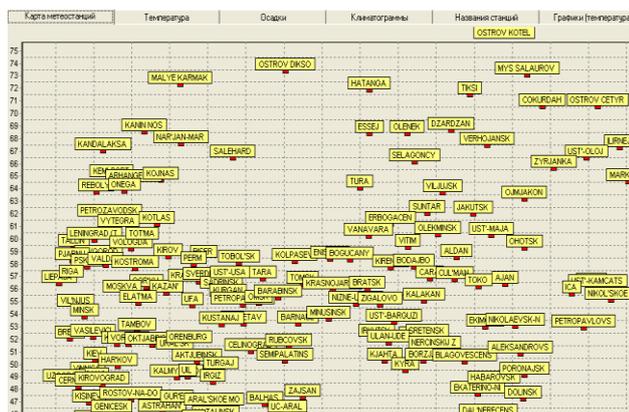


Рисунок 1 – Карта метеостанций.

Существуют огромные массивы данных метеорологических параметров, как измеренных на метеостанциях, так и представленные в виде аэрокосмических снимков, и их достаточно для выявления локальных особенностей, которые связаны с крупномасштабными климатическими изменениями. Представляя себе распределенную структуру основных центров действия атмосферы, появляется возможность спрогнозировать такие климатические особенности как аномальная летняя жара в России в 2011 году или аномально холодная зима в Европе в 2012 и т.д. В данной работе используются данные, представленные на сайте www.ncdc.noaa.gov в открытом доступе. Это базы данных формата “.db”, которые включают в себя среднemesячные и среднесуточные показатели по количеству осадков и температуре воздуха по станциям, ID станций, их наименования и географические координаты. Но, в связи с различными обстоятельствами, в некоторых полученных данных существуют пропуски. Если пропуски незначительны, а именно не более двух месяцев, то проинтерполировав соседние значения можно заполнить пропуски, что повысит степень достоверности. Однако существуют такие станции, данные с которых не предоставлялись годами, а то и десятками лет. На рисунке 2 представлены таблицы «Температура» и «Осадки», содержащие вышеупомянутые данные.



Рисунок 2 – Вкладки «Температура» и «Осадки».

С помощью вышеперечисленных параметров в информационной системе Метео строятся климатограммы (рисунок 3), которые представляют собой диаграммы, на которых показан годовой ход среднemesячных температур и сумм осадков для какого-либо пункта, помогающие анализировать изменение климата на различных станциях. В данном программном обеспечении можно построить климатограммы нескольких видов: по среднemesячным значениям температуры и осадков, такая диаграмма будет характеризовать изменение климата за 1 конкретный год, и по среднегодовым значениям – такая будет характеризовать уже не один год, а продолжительный промежуток времени. Построение климатограммы является классическим способом представления климата данной местности. Сравнение климатограмм различных мест позволяет быстро выявить

их климатические различия и сходства. В данной работе климатограммы используются для выявления динамики изменения границ климатических зон. Обычно на графике температуру откладывают по оси ординат, а количество осадков по оси абсцисс. Точки средних температур соединяют линией. Правильнее соединять соседние точки отрезками прямой, чтобы график получился в виде ломаной. Красным цветом на рисунке 3 обозначен график среднемесячных значений за выбранный год, зеленым – график среднегодовых значений за выбранный диапазон, относительно которого можно посмотреть ежегодные изменения климата выбранной станции.



Рисунок 3 – Пример построения климатограммы.

Экологическая классификация климатов основывается главным образом на использовании двух наиболее важных и хорошо изученных факторов – температуры и количества осадков. В качестве основы районирования выбраны интегральные показатели температуры и влажности для вычисления гидротермического коэффициента Селянинова (ГТК), вычисляемого по формуле 1, и индекса аридности де Мартонна, вычисляемого по формуле 2.

$$ГТК = \frac{\sum P}{\sum T \cdot 0.1} \quad (1)$$

где

P – осадки;

T – активные температуры.

По величине ГТК судят о засушливости периода любой территории, значения ГТК приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения ГТК

значение коэффициента	климатическая зона
>1,6	избыточно влажная зона
1,6...1,3	влажная зона (лесная)
1,3...1,0	зона недостаточного увлажнения (лесостепь)
1,0...0,7	засушливая зона (степь)
0,7...0,4	очень засушливая зона (сухая степь)
<0,4	полупустыни, пустыни

Индекс аридности – показатель, характеризующий степень сухости (аридности) климата. По де Мартонну, частное от деления годовой суммы осадков в мм (P) на сумму средней годовой температуры (T), увеличенной на 10, т.е. $P/(T+10)$.

Чтобы оценить большую или меньшую влажность климата, необходимо учитывать также и температуру. Во влажной среде идет медленное испарение и наоборот. Поэтому для определения сухости климата или относительную влажность необходимо найти “индекс засушливости Мартонна”:

$$i = \frac{P}{T + 10} \quad (2)$$

где

P — количество осадков, мм;

T — средняя годовая температура в градусах;

i – индекс аридности.

По причинам сильного антропогенного изменения растительности и почв аридных зон за основу их классификации взяты естественные биоклиматические зоны, выделенные по показателю отношения среднегодового количества осадков и годовой эвапотранспирации. Применительно к аридным зонам характеристика зон выглядят следующим образом:

- **Аридная зона.** Северные пустыни или южные полупустыни. Среднее годовое количество осадков 100-200 мм. Индекс аридности 0,05-0,20.
- **Семиаридная зона.** Северные полупустыни или опустыненные степи. Среднее годовое количество осадков 200-400 мм. Индекс аридности 0,20-0,50.
- **Сухая субгумидная зона.** Сухие степи. Среднее годовое количество осадков 400-600 мм. Индекс аридности 0,50-0,65.

Так, анализируя данные, полученные с помощью климатограмм, и результаты по расчетам коэффициента аридности и ГТК можно сделать выводы о принадлежности данной точки к той или иной зоне. А используя массив данных за длительный период можно судить об изменении границ этих климатических зон.

В результате работы модернизированы функции базового программного обеспечения и осуществлены необходимые доработки и исправления в базе данных. База данных метеопараметров дополнена информацией, включая 2011 год. В режиме модернизации ПО доработаны новые модули для расчета минимальных значений температуры воздуха и количества осадков зимой, на основе которых можно делать выводы о принадлежности определенной метеостанции к определенной климатической зоне. Осуществлена проверка правильности расчетов необходимых коэффициентов. В дальнейшем, данное программное обеспечение планируется использовать для анализа измеренных на станциях параметров совместно со спутниковыми данными. Так, например, климатограммы могут применяться при выявлении границ природных зон на спутниковых снимках или объяснить различия в величинах NDVI (нормализованного индекса растительности) у нескольких близко расположенных метеостанций принадлежащих определенным природным зонам.