

## **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ АНАЛИЗА И РАСЧЕТА ИЗМЕНЧИВОСТИ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИНДЕКСОВ**

**Доманцевич Я.С.**

**научный руководитель кандидат физ.-мат. наук, доцент Картушинский А.В.  
Сибирский федеральный университет**

Климат – один из наиболее важных факторов, оказывающих влияние практически на любую область человеческой деятельности. Чрезвычайно важной является оценка состояния и изменений климата, его изменчивости и экстремальности в каждый текущий момент времени (диагноз) и в ближайшем будущем (прогноз). Наиболее удобно для анализа использовать информацию по трендам значений отдельно взятых климатических параметров, таких как температура воздуха и количество осадков, и прикладных климатических показателей – индексов. Регулярно обновляемые оценки современных тенденций изменений климата используются, например, в бюллетенях мониторинга климата и справках по запросам заинтересованных организаций, могут применяться для целей сельского хозяйства, и для ряда других прикладных задач в самых разных областях человеческой деятельности.

Таким образом, существует необходимость разработки программного обеспечения, позволяющего рассчитывать и анализировать климатические параметры и индексы и прогнозировать их изменение.

Целью данной работы является создание программного обеспечения для расчета и прогнозирования климатических индексов на основе базы данных метеопараметров для ряда метеорологических станций Евразии.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- изучение предметной области (климатические параметры и индексы);
- анализ существующих программных средств;
- отбор климатических параметров для расчета, по степени важности для анализа;
- формирование базы данных, соответствующей выбранным для работы параметрам;
- выявление требований к разрабатываемому ПО;
- проектирование ПО.

Расчет климатических индексов можно проводить с помощью средств Microsoft Office Excel, Microsoft Office Access, SPSS Statistics, Statistica и ряда других программ для математической обработки данных, а так же с помощью пакетов математических программ типа MathCAD или Matlab. Но, ввиду большого объема данных, это достаточно неудобно. Прежде чем работать с подобными программами, необходимо самостоятельно сформировать базу данных станций, упорядочить эти данные, проинтерполировать значения, чтобы исключить пробелы, на что уходит достаточно времени и, часто, написать соответствующий программный код для построения регрессионных оценок. Поэтому, возникает необходимость в создании программного обеспечения, позволяющего быстро и удобно рассчитывать и анализировать климатические индексы.

На основе обработки первичных данных метеостанций получают различные статистические характеристики климата, которые, впоследствии, используются для прогнозирования. На практике обычно используют несколько типов значений для

различных климатических параметров: средние значения, экстремальные (наибольшие и наименьшие) значения и амплитуды.

Среди средних значений принято выделять:

- среднее суточное, определяемое как среднее по всем значениям данного метеорологического элемента, измеренных в течение суток;
- среднее месячное, получаемое из всех средних суточных значений за данный месяц;
- среднее сезонное – из всех средних месячных значений за сезон;
- среднее годовое – из всех средних сезонных значений за год.

Средние значения параметров позволяют сравнивать климаты разных районов, но их недостаточно для полной характеристики климатических условий конкретной местности. Совместно с ними используются следующие экстремальные значения: абсолютные экстремумы (максимальные и минимальные) за весь период наблюдений; среднегодовые экстремальные значения величин; среднесезонные экстремумы; среднемесячные экстремумы.

Одним из основных типов рассчитываемых значений климатических параметров являются амплитуды. Под амплитудой подразумевается разность между максимальным и минимальным значениями фактора за определенный отрезок времени (сутки, месяц, год и т.д.). Этим определяется нагрев и охлаждение воздуха, увлажнение и высушивание почв, замораживание и оттаивание и т.д.

Для составления прогнозов используют различные климатические индексы. Среди всего перечня можно выделить основные и наиболее часто используемые:

- гидротермический коэффициент Селянинова;
- индекс аридности Мортонна;
- продолжительность вегетационного сезона;
- длительность «холодных» периодов;
- количество дней с осадками не ниже 10 мм;
- индекс продолжительности «теплых» периодов;
- индекс продолжительности «холодных» периодов;
- размах температуры внутри года.

Гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК) характеризует условия увлажнения. В целом, ГТК выше 1 характерен условия нормального и избыточного увлажнения, ниже 1 - недостаточное увлажнение. По значениям данного коэффициента можно определить принадлежность точки к определенной климатической зоне. Соотношение диапазонов значений коэффициента и зон приведено в таблице 1.

Таблица 1- Соотношение значений ГТК и климатических зон

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 Мортонна - показатель, характеризующий степень сухости (аридности) климата. Данный коэффициент так же позволяет сделать привязку

местности к определенной климатической зоне. Относительно данного коэффициента следует выделить три типа зон:

- Аридная зона. Индекс аридности 0,05-0,20.
- Семиаридная зона. Индекс аридности 0,20-0,50.
- Сухая субгумидная зона. Индекс аридности 0,50-0,65.

Индекс продолжительности вегетационного периода (GSL), соответственно, определяет продолжительность периода вегетации. Собственно, под вегетационным периодом понимают период года, в который возможны рост и развитие (вегетация) растений. Условно определяется временем между переходом среднесуточной температуры весной и осенью через 5°C.

Суммарное число дней с морозом (FD) - количество дней в году с минимальной температурой ниже 0°C.

Количество дней с осадками не ниже 10 мм (R10) характеризует повторяемость интенсивных осадков, т.к. в средних широтах 10 мм соответствуют, в целом, обильным осадкам.

Индекс продолжительности теплых периодов (WSDI) – годовое количество последовательных ( $\geq 6$ ) теплых дней, когда держалась экстремально жаркая погода. То есть это число дней за год с суточным максимумом температуры выше своего 90%-го перцентиля, выраженное в % от общего числа дней в году. Перцентиль - мера расположения данных выборки или распределения. N-й перцентиль - это такое значение, ниже которого расположено n процентов наблюдений данной переменной. Индекс направлен на исследование повторяемости самых теплых ночей в году.

Индекс продолжительности холодных периодов (CSDI) – годовое количество последовательных ( $\geq 6$ ) холодных ночей, когда держалась экстремально холодная погода. То есть это число дней за год с суточным минимумом температуры выше своего 10%-го перцентиля, выраженное в % от общего числа дней в году.

Размах температуры внутри года (ETR) представляет собой разницу между максимальным и минимальным среднесуточными значениями температуры в за весь год.

Также, кроме рассмотрения трендов изменения вышеуказанных климатических параметров, необходимо получать прогноз возможного изменения данных величин со временем. Эту задачу можно решить с помощью регрессионного анализа рядов данных.

Для расчета значений климатических параметров сформирована база данных среднесуточных значений метеорологических параметров для ряда станций Евразии за период с 1 января 1920 г. по 31 декабря 2012 г. Данные предоставлены на сайте National Climatic Data Center (<http://www.ncdc.noaa.gov/>) и находятся в свободном доступе. Организация предоставляет бесплатную услугу заказа необходимых метеорологических данных. Пользователь, зайдя на сайт, выбрав необходимый тип данных, сформировав список нужных ему станций, выбрав период наблюдений и формат файла базы данных, отправляет запрос на получение файла с данными, который приходит на электронную почту, предварительно указанную пользователем. Изначально, файл базы данных среднесуточных измерений для каждой станции представляет собой текстовый файл, содержащий следующие параметры:

- STATION – уникальный идентификатор станции;
- STATION\_NAME – название станции;
- ELEVATION – высота над уровнем моря, м;
- LATITUDE – географическая широта, градус;
- LONGITUDE – географическая долгота, градус;

- DATE – дата измерения;
- PRCP – среднесуточное количество осадков, дюйм;
- SNWD – высота снежного покрова, дюйм;
- TPCP – среднесуточная температура, °F;
- TMAX – максимальная суточная температура, °F;
- TMIN – минимальная суточная температура, °F.

Для целей работы база данных была приведена к удобному для работы формату, содержащему следующие параметры:

- даты измерений;
- среднесуточные показатели температуры, °C;
- среднесуточные показатели осадков, мм;
- максимальная температура за сутки, °C;
- минимальная температура за сутки, °C.

Отбор станций проводился из расчета на то, чтобы их расположение на координатной сетке было равномерным и в данных по каждой станции не было пробелов за длительные периоды – 1 год и более. За тем, чтобы исключить имеющиеся пробелы, данные были проинтерполированы.

Разрабатываемое программное обеспечение должно соответствовать следующим требованиям:

- удобно представлять данные;
- позволять редактировать базу данных метеопараметров;
- производить расчет климатических индексов;
- удобно визуализировать полученную информацию (строить графики изменения климатических параметров со временем);
- строить регрессионные оценки параметров и составлять прогноз их изменения.

При проектировании программного обеспечения использованы следующие программные средства: программный код написан на объектно-ориентированном языке программирования C++, в связи с этим была выбрана среда разработки Borland C++ Builder v.6.0.