

4. Карпов Г.В. Энциклопедический словарь юного географа краеведа. – М.: Просвещение, 1981. – С. 167-168, 223, 370-371.
5. Преображенский А.И. Экономические карты в преподавании географии. – М.: Просвещение, 1981. – С. 28–33.
6. Берлянт А.М. Карта рассказывает. – М.: Просвещение, 1978. – С. 6–7, 22–23.
7. Соловьев А.И., Карпов Г.В. Словарь-справочник по физической географии. – М.: Просвещение, 1983. – С. 83, 210.
8. Берлянт А.М. Карта – второй язык географии. – М.: Просвещение, 1985. – С. 20–47.
9. Имангулова Т.В., Имангулов Д.А., Безгина Т.А. Атлас Мамлютского района Северо-Казахстанской области. – Алматы, 2008. – 34 с.

УДК 551.4 : 631.6

Ю.Ф. Кобченко, В.А. Резуненко

Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина

МЕТОДЫ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

В статье рассматриваются вопросы применения методов математической статистики в метеорологии и климатологии. Изучению этих методов уделяется значительное внимание в учебном процессе, где используется система математического аппарата для обработки гидрометеорологической информации и решения других климатологических задач.

Ключевые слова: метеорология, климатология, статистические методы.

Yu. Kobchenko, V. Rezunenko

STATISTICAL METHODS OF TREATMENT AND ANALYSIS HYDROMETEOROLOGICAL INFORMATION AND ITS APPLICATION

In the article the questions are considered the methods of application the methods of mathematical statistics in meteorology and climatology. The study this methods have the important meaning in the education process. This using the mathematical apparatus for the treatment hydrometeorology information and solve of the climatology tasks.

Keywords: meteorology, climatology, statistical methods.

Постановка проблемы. Основу климатологической обработки составляет применение вероятностно-статистического аппарата, поскольку климатологические ряды имеют все главные свойства статистических совокупностей. Вместе с тем климатические данные обладают и многими специфическими свойствами. Физические свойства атмосферных процессов накладывают отпечаток на структуру метеорологических величин, которые имеют свои особенности. Изучению методов математической статистики уделяется значительное внимание в учебном процессе при изучении курсов «Метеорология и климатология» и «Климат Украины» [3].

Исходные предпосылки. История развития методов статистической обработки гидрометеорологической информации, как и в целом климатологических исследований, может быть представлена несколькими этапами. К *первому* этапу развития наук об атмосфере относится период накопления фактического материала. В то время климатология еще не выделилась в отдельную науку, а была разделом метеорологии о статистических методах обработки фактического материала. В связи с обработкой больших массивов накопленного материала появляется новая область знаний в науках об атмосфере – «метеорология средних», или климатология, а климат понимают как многолетний режим метеорологических элементов. *Второй* этап – это этап, когда возникло новое понятие «климат» и наука о климате – климатология – в работах А.И. Воейкова. Он показал, что только с географических позиций становится понятна физическая сущность климатообразующих процессов и явлений, и что только на географической основе возможно строгое научное обоснование важнейших положений климата. Основными особенностями развития методов климатологии *третьего*, современного, этапа является расширение определения предмета науки на базе новых, в том числе статистических методов исследования. Многочисленные определения понятия «климат», возникшие в этот период, можно объединить в соответствии с характером методов исследования, в три группы. Первая группа (В.Н. Оболенский, Б.П. Алисов, Е.К. Рубинштейн, С.А. Сапожникова) опирается на метеорологическую основу; вторая группа (Е.Е. Федоров, Л.А. Чубуков, А.А. Дроздов, С.П. Хромов) – на погодоведческую основу; третья группа (Л.С. Берг, И.К. Тихомиров, П.И. Колосков) – на географическую основу. Ведущий советский климатолог Б.П. Алисов [1] считал, что развитие науки требует со временем пересмотра методологических связей между климатологией и метеорологией, а также между климатологией и географией. Необходимо расширение контактов на более высоком уровне. И это характерно для третьего периода развития науки, когда стало возможным широкое привлечение в климатологию методов математической статистики и физики. Определяется понятие «климат» на физической основе (С.П. Хромов, Х.П. Погосян, С.Н. Таборовский). Позже устанавливаются основные зависимости климата от солнечной радиации, приводится в строгую систему статистический материал метеорологических наблюдений, ведутся работы с физическими основами теории климата, исследуются тенденции изменений климата в современный период.

Формулирование целей статьи и постановка задачи. Основной целью работы является освещение методов математической статистики для обработки гидрометеорологических данных и использование системы математического аппарата для применения распределений Гаусса, Стьюдента, Фишера и, в особенности, распределений Пирсона для решения климатических задач.

Изложение основного материала. Статистические методы – мощный инструмент исследования практически в любой отрасли знаний. В геогра-

фии, особенно в метеорологии и климатологии, статистика используется с начала регулярных метеорологических наблюдений, главным образом в виде средних и экстремальных значений. Однако по средним и экстремальным величинам удается представить лишь общий характер, но нельзя выявить структурные особенности распределения элементов во времени и пространстве и, следовательно, невозможно установить объективные закономерности атмосферных процессов, формирующих климат, или другие компоненты географической среды.

Наблюдаемые или расчетные оценки параметров метеорологических процессов – это случайные величины, а наиболее полной их характеристикой является функция распределения. Описание этой функции выполняется на основе моментных характеристик, в которые кроме средней входят квадратическое отклонение, коэффициенты вариации, асимметрии и эксцесса. Удачно подобранная на основе этих параметров теоретическая функция распределения позволяет решать большое количество задач, связанных с диагнозом состояния и прогноза погоды и климата. Особенно эффективные результаты получаются при совместном анализе статистических результатов и физическом, генетическом анализе процессов, их определяющих. В частности, генетический анализ формирования кривых распределения позволяет осуществить выбор районов-аналогов и производить необходимые заключения, не прибегая к дорогостоящим дополнительным наблюдениям [2].

Для обработки гидрометеорологической экспериментальной информации нами рассмотрены и применены распределения Гаусса, Стюдента, Фишера, χ -квадрат. В качестве основного математического аппарата используется система распределений Пирсона [5]. Это позволило, в частности, осуществить проверку гипотез однородности и согласия исходной информации при подборе аппроксимирующих распределений.

Отметим, что имеется несколько подходов для определения типа распределения, которым описываются экспериментальные наблюдения метеорологических элементов. В статистической обработке каждому метеозлементу ставим в соответствие конкретный параметр. Набор метеозлементов - многопараметрический. Система распределений - кривых Пирсона - охватывает 12 типов распределений и позволяет удовлетворительно описать большое многообразие кривых распределения, встречающихся в широкой практике метеорологических исследований. Система распределений Пирсона возникает как предельный случай гипергеометрического распределения (по выбранным параметрам) и совпадает с распределением, плотность $f(x)$ (дифференциальная функция распределения) которого подчиняется обыкновенному дифференциальному уравнению первого порядка:

$$\frac{df(x)}{dx} = \frac{(x-a)f(x)}{b_0 + b_1x + b_2x^2} \quad (1)$$

Определяя коэффициенты этого уравнения и решая его, получаем различные типы распределений Пирсона. Например, для получения плотности нормального распределения $N(a, \sigma)$ с параметрами a (математическое ожидание) и σ (дисперсия) следует решить задачу Коши для уравнения (1) и положить коэффициенты такими: $b_0 = -\sigma^2$, $b_1 = 0$, $b_2 = 0$ и потребовать выполнения условия $f(a) = 1/(\sigma(2\pi)^{1/2})$.

Все типы распределений Пирсона можно охарактеризовать с помощью коэффициента k – критерия k Пирсона. В зависимости от значения критерия k выбирается один из 12 типов распределений Пирсона. Кроме того, тип распределения Пирсона может быть определен положением точки в прямоугольнике областей параметров β_1, β_2 . Критерий k Пирсона и параметры β_1, β_2 являются функциями числовых характеристик экспериментальных рядов для метеозлементов – четырех первых статистических моментов.

Три типа (I, IV, VI) из семейства 12 кривых Пирсона относятся к основным, остальные – к переходным. Например, для метеоданных о количестве общей облачности за 10 лет в районе исследования получено отрицательное значение критерия k Пирсона ($k = -0,15$), что соответствует типу I распределения Пирсона (β -распределение).

Распределение ряда метеорологических величин близко к нормальному, так как факторы, влияющие на их изменение, не являются независимыми. Они могут рассматриваться как результат влияния на математическое ожидание метеозлемента бесконечного числа независимых отклонений. В среднем они погашаются, и их среднее значение близко к статистическому среднему, то есть является наиболее вероятным. Такие связи в развитии погодного комплекса называются компенсационными. Так, если какой-то фактор обуславливает нагревание воздуха, то процессы испарения и облакообразования смягчают его воздействие.

Атмосферные процессы зачастую развиваются и в кумулятивном плане, когда накапливаются негативные факторы погодного комплекса для вегетации сельскохозяйственных культур. Например, наши наблюдения показывают, что при повышении температуры в период развития засуховейного явления происходит интенсивное иссушение почвы и в дальнейшем наблюдается накопление экстремальных повышенных температур и напряженности фитопогодных комплексов. Отметим, что распределение метеорологических элементов в этом случае не укладывается в схему нормального распределения.

В целом, применение статистического анализа и, в частности, системы распределений Пирсона дает возможность оперативно выполнять проверку гипотез однородности и согласия экспериментальных гидрометеорологических данных, а также выполнять уточнение оценок климатических показателей за данный период наблюдений. Статистическая обработка первичной гидрометеорологической информации для решения климатологических задач выполнена при помощи стандартной программы *StatGraf* с использованием программирования на языке «J».

Для реализации этой схемы создано проблемно-ориентированное программное обеспечение. Оно имеет модульную структуру с использованием алгоритмического языка «J» [6]. Организация архивов служит базой гидрометеорологического банка данных (ГМБД). Это система информационных массивов большого объема с техническими и программными способами информационного обмена и статистической обработки, предназначенных для решения определенного круга научных и прикладных проблем [7].

Выводы. В задачу статистики входит разработка объективных средств эффективного обобщения имеющейся информации, нахождение взаимосвязи между данными и получение соответствующих выводов. Применение некоторых статистических методов в метеорологии оказалось возможным лишь в последние годы - благодаря возможности обработки больших объемов информации с помощью электронных вычислительных машин. Отчасти по этим причинам статистические методы анализа карт и прогноза начинают замещать субъективную методику. К тому же статистические методы все шире применяются в исследовательских работах по метеорологии.

Рецензент – д-р биол. наук, проф. А.И. Божков

Литература:

1. Алисов Б.П., Полтараус Б.В. Климатология. – М.: МГУ, 1974. – 227 с.
2. Исаев А.А. Статистика в метеорологии и климатологии. – М.: МГУ, 1988. – 244 с.
3. Кобченко Ю.Ф. Статистичний аналіз метеорологічної інформації – Х.: ХДУ, 2008. – 36 с.
4. Кобченко Ю.Ф., Резуненко В.А. Обработка гидрометеорологической экспериментальной информации методом системы кривых Пирсона // Каразинские природоведческие студии: Мат-лы конф. – Харьков, ХНУ, 2004. – С. 287–290.
5. Arkin E., Hassin R., Levin A. Approximations for minimum and min-max vehicle routing problems: Manuscript, 2003.
6. Hui R.K.W., Iverson K.E. J Introduction & Dictionary. – Jsoftware Inc., 2006.

УДК 551.584.2

З.А. Ковалевська, К.Б. Борисенко

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

МАРШРУТНИЙ МІКРОКЛІМАТИЧНИЙ ПРОФІЛЬ – ПЕРШИЙ ЕТАП ДОСЛІДЖЕННЯ СПЕЦИФІКИ КОНКРЕТНОЇ МІСЦЕВОСТІ

Проаналізовано результати мікрокліматичних спостережень, що проводились методом маршрутного профілю поблизу села Сороківка, розташованого на відстані близько 25 км від Харкова. Для проведення мікрокліматичних спостережень було виділено 8 точок, на яких визначались температура повітря, вологість повітря, швидкість вітру, напрямок вітру, а також вологість ґрунту. Результати спостережень представлені у вигляді таблиць.