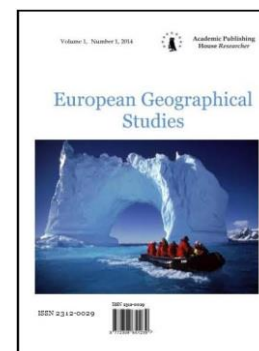


Copyright © 2016 by Academic Publishing House *Researcher*



Published in the Russian Federation
European Geographical Studies
Has been issued since 2014.
ISSN: 2312-0029
E-ISSN: 2413-7197
Vol. 9, Is. 1, pp. 12-17, 2016

DOI: 10.13187/egs.2016.9.12
www.ejournal9.com



Articles and Statements

UDC 551.509

Prospects for the Use of Statistical Methods in the Forecast of Average Monthly Air Temperature at Discrete Points

¹ Elizbar Sh. Elizbarashvili ^{a*}, Mariam E. Elizbarashvili ^b, Mariam Z. Zakariashvili ^c,
Mariam G. Bzobidze ^c

^a Georgian Technical University, Institute of Hydrometeorology, Georgia

^b Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Georgia

^c Gogebashvili Telavi State University, Georgia

Abstract

Prognostic equations have been obtained for the prediction of the average monthly air temperature in one location (Telavi) that can be used in the forecast, in addition to the basic methods of monthly forecasts. It is planned to widespread use of the above approach to other geographical conditions, in order to detect the conditions for the possible use of prognostic equations in practice.

Keywords: Forecast, temperature, predictor, predictant.

1. Введение

Используемая в настоящее время в практике основная методика месячных прогнозов погоды основывается на подбор аналога-макропроцесса, представленного материалами синоптического архива и картами состояния подстилающей поверхности, обладающего рядом признаков сходства с развитием текущих макропроцессов. Ввиду невысокой оправдываемости этих прогнозов рекомендуется дополнительное использование приемов и методов математической статистики, которые могут обеспечить более обоснованный выбор месяца-аналога или уточнить некоторые количественные характеристики прогноза, в особенности для дискретных точек, в то время, как аналог обычно подбирается для весьма значительных площадей, может быть и для полушария в целом (Багров и др., 1971; Груза и Рейтенбах, 1982). Таким образом, при окончательном выборе аналога, который характеризуется определенным распределением аномалий температуры воздуха, необходимо его согласовать со статистическими прогнозами, имеющими высокую обеспеченность (Багров и др., 1980).

* Corresponding author

E-mail addresses: elizbar@hotmail.com (E.Sh. Elizbarashvili),
mariam.elizbarashvili@tsu.ge (M.E. Elizbarashvili), mbagrati@yahoo.com (M.Z. Zakariashvili),
mariambzobidze@gmail.com (M.G. Bzobidze)

Целью настоящей статьи является исследование, на примере одного пункта, возможности использования статистических методов в прогнозе средней месячной температуры воздуха в дискретных точках.

2. Материалы и методы исследования

В основе статистических методов прогноза лежит выявление некоторых закономерностей из данных наблюдений организованных и упорядоченных в виде выборки. Статистический прогноз может иметь наиболее высокий уровень оправдываемости, если синоптическая ситуация устойчива и на большей части территории сохраняется географическая локализация циклонических или антициклонических полей.

Для составления статистических прогнозов используют уравнения многомерной линейной регрессии:

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n, \quad (1)$$

где y – предиктант, x_i – предикторы, a_i – коэффициенты, которые определяются методом минимизации (Брандт, 1975), n – число предикторов.

При составлении статистических прогнозов важно выбрать такие предикторы, которые оптимально характеризуют свойства метеорологических полей в исходный момент времени и несут максимальную информацию о будущем значении предиктанта. Таковыми предикторами для прогноза месячной температуры могут быть температурные ряды предшествующих месяцев, так как, они содержат информации о статистических структурах этих рядов и учитывают установившуюся между ними статистическую зависимость (Багров, 1970; Груза, 1967).

Если обеспеченность статистического прогноза высокая, то ожидаемые аномалии температуры воздуха в прогнозируемом месяце по синоптическому и статистическим способам должны быть сходными. После чего синоптический прогноз корректируется статистическим прогнозом.

Для составления уравнений вида (1) исследовались корреляционные связи между рядами средних месячных температур по метеостанции Телави за период 1936–2008 годы. Город Телави был выбран по той причине, что работа выполнялась в Телавском государственном университете им. Я. Гогешашвили.

Телави расположен на северном склоне Гомборского хребта, на высоте 568 м, на расстоянии 70 км от Тбилиси. Климат Телави характеризует климатические условия предгорной зоны восточной части Восточной Грузии.

Для выбора предикторов исследовались коэффициенты корреляции между температурой месяца-предиктанта и температурами предшествующих ему месяцев.

Значимость коэффициентов корреляции проверялся путем сравнения параметра N :

$$N = r \sqrt{n - 1}, \quad (2)$$

с его критическими значениями при заданной надежности вывода P (Румшиский, 1971). Здесь r – коэффициент корреляции, n – длина ряда наблюдений.

С учетом невысокой оправдываемости месячных прогнозов выбирались те коэффициенты корреляции, которые были значимы с надежностью вывода 0.90 и более. Такими оказались 4 предиктора, т.е. температуры 4-х месяцев, предшествующих месяцу-предиктанту, далее коэффициенты корреляции существенно уменьшаются. Сказанное хорошо видно из примера, представленного на рис. 1.

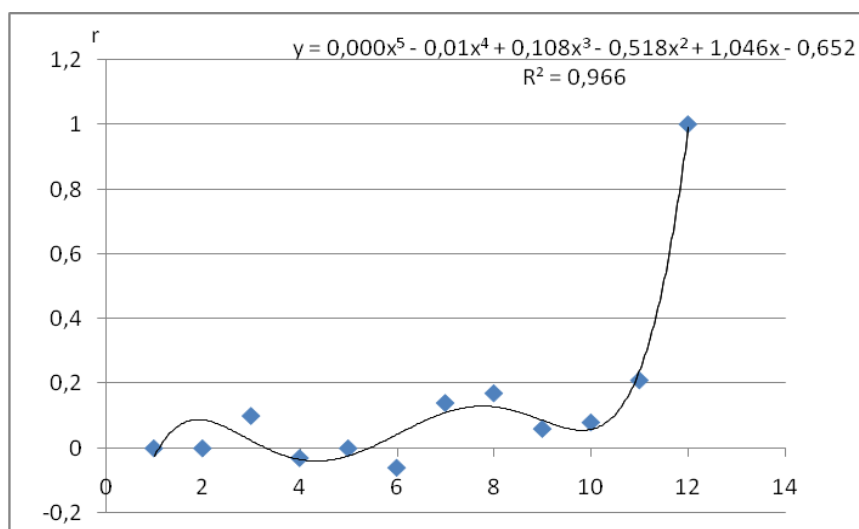


Рис. 1. Изменение коэффициента корреляции между декабрьской температурой и температурами остальных месяцев и соответствующий полином 5-й степени (x-порядковый номер месяца)

Из рис. 1 следует, что после 4-го предиктора коэффициент корреляции постепенно затухает и становится отрицательным. Аналогичная картина отмечается и для других месяцев. Таким образом был обоснован выбор 4-х предикторов, предшествующих месяцу-предиктанту.

3. Обсуждение результатов

В таблице 1 представлены коэффициенты корреляции между температурами месяца предиктанта с температурами предшествующих месяцев. Жирным шрифтом обозначены значимые коэффициенты корреляции.

Таблица 1. Коэффициенты корреляции между температурами месяцев предикторов с месяцем предиктантом (i)

Месяц предиктант (i)	Месяцы предикторы			
	i-1	i-2	i-3	i-4
Январь(1)	0	0.16	0	0.09
Февраль (2)	0.31	0	0.08	0.05
Март (3)	0.29	0.05	0.10	0.21
Апрель (4)	0.28	0.07	0.14	0.03
Май (5)	0.04	0.12	0.10	0
Июнь (6)	0.29	0.12	0	0
Июль (7)	0.22	0.08	0.15	0.16
Август (8)	0.21	0.25	0	0.28
Сентябрь (9)	0.28	0.19	0.14	0
Октябрь (10)	0.22	0.14	0.08	0.15
Ноябрь (11)	0.08	0.09	0	0.06
Декабрь (12)	0.21	0.08	0.06	0.17

Примечание: жирным шрифтом обозначены значимые коэффициенты корреляции

Из таблицы 1 следует, что корреляция предиктанта с предикторами невысокая. В течение 7 месяцев (февраль, апрель, июнь, июль, сентябрь, октябрь, декабрь) коэффициент корреляции значим лишь для i-1-го предиктора, в одном случае (март) значимыми являются коэффициенты корреляции с i-1 и i-4 предикторами, и в одном случае значимыми являются коэффициенты корреляции с i-1, i-2 и i-4 предикторами. В январе,

мае и ноябре значимые связи предиктанта с предикторами не обнаруживаются. Поэтому для этих месяцев не рекомендуется составление прогностических уравнений.

В **таблице 2** представлены прогностические уравнения регрессии, составленные с учетом значимых коэффициентов корреляции.

Таблица 2. Прогностические уравнения регрессии

Месяц предиктант	Уравнение
Февраль	$T_2 = 0,3 T_1 + 1,9$
Март	$T_3 = 1,5 T_2 + 3,2 T_{11} - 21,6$
Апрель	$T_4 = 0,2 T_3 + 10,4$
Июнь	$T_6 = 0,3 T_5 + 15,5$
Июль	$T_7 = 0,3 T_6 + 18,1$
Август	$T_8 = 1,6 T_7 + 1,6 T_6 + T_4 - 57,5$
Сентябрь	$T_9 = 0,3 T_8 + 12,7$
Октябрь	$T_{10} = 0,2 T_9 + 8,3$
Декабрь	$T_{12} = 0,3 T_{11} x + 1,1$

Представленные в **таблице 2** прогностические уравнения, могут быть использованы в прогнозе средней месячной температуры воздуха в конкретном пункте дополнительно к основным методам месячных прогнозов. Следует отметить, что в других физико-географических условиях взаимосвязи предиктанта с предикторами будут иметь другой характер.

В **таблице 3** сопоставлены фактические и прогностические на независимом материале данные средней месячной температуры воздуха для июня за период 2009–2015 годы и ошибки прогноза, представляющие разность между фактическими и прогностическими температурами.

Таблица 3. Фактические и прогностические, на независимом материале, температуры и ошибка прогноза в июне (°C)

Годы	Температура		Ошибка прогноза
	Фактическая	Прогностическая	
2009	21.3	20.3	1.0
2010	22.9	20.5	2.4
2011	20.8	20.4	0.4
2012	22.4	21.0	0.6
2013	21.2	20.8	0.4
2014	21.4	21.3	0.1
2015	23.3	20.5	2.8

Из **таблицы 3** следует, что соответствие между фактическими и прогностическими данными в целом удовлетворительное.

Ошибка прогноза является наиболее простым критерием оценки прогноза. Если ошибка прогноза не превосходит абсолютного отклонения средней месячной температуры от нормы, то прогноз считается оправданным (Багров, 1971). В данном случае, среднее отклонение июньской температуры от нормы составляет около 1°C. Следовательно, согласно данным **таблицы 3**, прогностические расчеты оказались удачными для июня месяца 2009, 2011, 2012, 2013 и 2014 годов, и неудачными лишь для 2010 и 2015 годов.

В дальнейшем намечается широкое использование изложенного подхода в других физико-географических условиях, с целью выявления условий возможного применения прогностических уравнений в практике. По мере развития исследований в качестве предикторов в уравнении регрессии, по видимому, следует включить и другие

климатические характеристики, которые формируют поле температуры – облачность, скорость ветра, влажность и т.д., как это было сделано при разработке краткосрочного прогноза максимальной температуры воздуха в Тбилиси (Хеладзе, 1998). В выполнении работы будут привлечены студенты Университета.

4. Заключение

В результате проведенного исследования удалось получить прогностические уравнения для прогноза средней месячной температуры воздуха в одном пункте, которые могут быть использованы в прогнозе дополнительно к основным методам месячных прогнозов:

- для составления прогностических уравнений оптимальными предикторами являются 4 месяца, предшествующие месяцу-предиктанта, далее коэффициенты корреляции существенно уменьшаются;

- в течение 7 месяцев (февраль, апрель, июнь, июль, сентябрь, октябрь, декабрь) коэффициент корреляции значим лишь для $i-1$ -го предиктора, в одном случае (март) значимыми являются коэффициенты корреляции с $i-1$ и $i-4$ предикторами, и в одном случае значимыми являются коэффициенты корреляции с $i-1$, $i-2$ и $i-4$ предикторами. В январе, мае и ноябре значимые связи предиктанта с предикторами не обнаруживаются;

- сопоставление фактических и прогностических на независимом материале данных средней месячной температуры воздуха для июня за период 2009-2015 годы показало удовлетворительное согласование;

- намечается широкое использование изложенного подхода в других физико-географических условиях Грузии, с целью выявления условий возможного применения прогностических уравнений в практике.

Литература

Багров, 1970 - Багров А.Н. Преобразование и отбор предсказателей в корреляционном анализе. / Тр. Гидрометцентра СССР, Вып. 64, 1970, с. 3-23.

Багров и др., 1971 - Багров Н.А., Кондратович К.В., Педь Д.А., Угрюмов А.И. Долгосрочные метеорологические прогнозы. Л; Гидрометеиздат, 1971. 158 с.

Багров, Мякишева, 1980 - Багров А.Н., Мякишева Н.Н. Аномальность температурных полей как характеристики климата. / Тр. Гидрометцентра СССР, Вып. 226, 1980. с. 3-14.

Брандт, 1975 - Брандт З.А. Статистические методы анализа наблюдений. М., 1975. 186 с.

Груза, 1967 - Груза Г.В. Некоторые общие вопросы теории прогноза на основе статистических данных. / Тр. САРНИГМИ, 1967. Вып. 29 (44). С. 3-41.

Груза, Рейтенбах, 1982 - Груза Г.В., Рейтенбах Р.Г. Статистика и анализ гидрометеорологических данных. Л.: Гидрометеиздат, 1982. 215 с.

Румшицкий, 1971 - Румшицкий Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента. М.: Наука, 1971. С. 192.

Хеладзе, 1998 - Хеладзе Т.В. Прогноз максимальной температуры воздуха в Тбилиси. / Тр. Института Гидрометеорологии, Том 101, 1998, с. 44-49.

References

Bagrov, 1970 - Bagrov A.N. Preobrazovanie i otbor predskazatelei v korrelacionnom analize. Tr. gidrometcentra SSSR, vip. 64, 1970, p. 3-23.

Bagrov i dr., 1971 - Bagrov N.A., Kondratovich K.V., Ped' D.A., Ugryumov A.I. Dolgosrochnye meteorologicheskie prognozy. L; Gidrometeoizdat, 1971, 158 s.

Bagrov, Myakisheva, 1980 - Bagrov A.N., Myakisheva N.N. Anomal'nost' temperaturnykh polei kak kharakteristiki klimata. / Tr. Gidromettsentra SSSR, Vyp. 226, 1980. s. 3-14.

Brandt, 1975 - Brandt Z.A. Statisticheskie metody analiza nablyudenii. M., 1975. 186 s.

Gruza, 1967 - Gruza G.V. Nekotorye obshchie voprosy teorii prognoza na osnove statisticheskikh dannyykh. / Tr. SARNIGMI, 1967. Vyp. 29 (44). s. 3-41.

Gruza, Reitenbakh, 1982 - Gruza G.V., Reitenbakh R.G. Statistika i analiz gidrometeorologicheskikh dannyykh. L.: Gidrometeoizdat, 1982. 215 s.

Rumshiskii, 1971 - *Rumshiskii L.Z.* Matematicheskaya obrabotka rezul'tatov eksperimenta. M.: Nauka, 1971. s. 192.

Kheladze, 1998 - *Kheladze T.V.* Prognoz maksimal'noi temperatury vozdukha v Tbilisi. / Tr. Instituta Gidrometeorologii, Tom 101, 1998, s. 44-49.

УДК 551.509

Перспективы использования статистических методов в прогнозе средней месячной температуры воздуха в дискретных точках

Элизбар Шалвович Элизбарашвили ^{a,*}, Мария Элизбаровна Элизбарашвили ^b,
Мария Захарьевна Закариашвили ^c, Мария Геогриевна Бзобидзе ^c

^a Грузинский технический университет, Институт гидрометеорологии, Грузия

^b Тбилисский государственный университет им. Ив. Джавахишвили, Грузия

^c Телавский Государственный университет им. Я.Гогебашвили, Грузия

Аннотация. Получены прогностические уравнения для прогноза средней месячной температуры воздуха в одном пункте (Телави), которые могут быть использованы в прогнозе дополнительно к основным методам месячных прогнозов. Намечается широкое использование изложенного подхода в других физико-географических условиях, с целью выявления условий возможного применения прогностических уравнений в практике.

Ключевые слова: прогноз, температура, предиктор, предиктант.

* Корреспондирующий автор

Адреса электронной почты: elizbar@hotmail.com (Э.Ш. Элизбарашвили),

mariam.elizbarashvili@tsu.ge (М.Э. Элизбарашвили), mbagrations@yahoo.com

(М.З. Закариашвили), mariambzobidze@gmail.com (Мария Геогриевна Бзобидзе)