

УДК 551.577.51(575.2)

**ОЦЕНКА РОЛИ ОРОГРАФИИ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ
АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ ВО ВНУТРЕННЕМ ТЯНЬ-ШАНЕ**

Канд. геогр. наук

К. Б. Бакиров

Канд. техн. наук

П. Ж. Кожаметов

Для оценки роли орографии составлено уравнение множественной регрессии с включением морфометрических показателей максимально влияющих на поле осадков. Из множества параметров были выбраны: расстояние станций до верховьев долины, долгота и широта станции и превышение экранирующего хребта. Эти факторы определяют в совокупности 74% дисперсии поля осадков во Внутреннем Тянь-Шане.

Высота местности принимается ведущим аргументом в горных гидрометеорологических расчетах и исследованиях. Приемы установления связей с высотой местности, безусловно, сыграли положительную роль в горной гидрометеорологии, помогли получить общее представление о величинах влагооборота. Однако детальные исследования атмосферных осадков показали, что распределение осадков в горах зависит от множества факторов [6, 10]. Поэтому необходим многомерный анализ, учет рельефа в широком понимании этого слова (степень доступности территории, влажным воздушным массам, ориентация склонов, абсолютная высота, горизонтальный масштаб возвышенностей и т.д.) [1].

Попытки учесть влияние рельефа предпринимались во многих работах [1-5, 9, 11]. В работе [3] предложена система расчетов элементов водного баланса, в том числе осадков, учитывающих комплекс факторов гидрометеорологической доступности территории. Роль хребтов-барьеров, их высота, форма и крутизна склонов в пространственном распределении осадков рассмотрена в работах [1, 5]. Количественная оценка влияния орографических параметров на поле атмосферных осадков осуществлена в работе [2], при этом использовался аппарат многофакторного статистического анализа. Судя по работе [11] для нескольких водосборов в Западной Канаде удалось получить линейные многофакторные уравнения, описывающие изменения месячных сумм осадков по территории в зависимости

от ряда орографических параметров: высоты пункта, уклона склона, высоты барьера, расстояния до него и некоторых других. Следует отметить, что в работе [2] для оценки рельефа в Средней Азии введены условные параметры - центры орографического влияния, прямой и обратный продольно-циркуляционные эффекты. Для оценки влияния рельефа на годовые суммы осадков Внутреннего Тянь-Шаня нами использовалась методика анализа морфометрических показателей [9], при этом была применена программа шагового регрессионного анализа [7], которая используется в последнее время и для других целей: [8, 9].

Были использованы средние многолетние годовые суммы (нормы) осадков 18 метеостанций Внутреннего Тянь-Шаня, так как они представляют наиболее устойчивую и важную характеристику осадков. Сведения о годовых суммах используются во многих теоретических исследованиях и применяются для многих практических задач. В большинстве случаев на основе их значений строят карты увлажнения рассматриваемых территорий.

При составлении уравнения множественной регрессии из совокупности многих возможных морфометрических показателей [9] были выбраны параметры, максимально влияющие на поле атмосферных осадков. При этом в модель включались поочередно те факторы, которые не дублировали другие и не находились в тесной зависимости с ранее включенными параметрами, т.е. в отношении включенных параметров была отвергнута гипотеза мультиколлинеарности.

В результате были выбраны в качестве зависимой переменной годовые суммы осадков (x), а в качестве аргументов - расстояние станций до верховьев долины ($l_{ст}$), превышение экранирующего хребта (ΔH), долгота (λ) и широта (φ) станции.

Из матрицы коэффициентов парной корреляции (табл. 1) видно, что сильно влияющего фактора на поле осадков не обнаружено.

Таблица 1

Матрица коэффициентов парной корреляции

	x	$l_{ст}$	λ	φ	ΔH
x	1	-0,62	0,50	-0,48	-0,48
$l_{ст}$		1	-0,27	0,24	0,32
λ			1	0,04	-0,07
φ				1	0,06
ΔH					1

R и R ² = D	0,81
С.К.О. оценки регрессии	6,49
$\sum (y_j - \hat{y}_j)^2$ сумма квадратов регрессии	10,51

$\sum (y_j - \hat{y}_j)^2$ сумма квадратов остатков

$$x = -0,618 \cdot l_{\text{ст}} \pm 0,197$$

Номер шага: 2

Включенная переменная Долгота (λ)

R и R² = D 0,71; 0,50

С.К.О. оценки регрессии 0,75

$\sum (y_j - \hat{y}_j)^2$ сумма квадратов регрессии 8,50

$\sum (y_j - \hat{y}_j)^2$ сумма квадратов остатков 8,50

$$x = 0,357 - 0,523 \cdot \lambda \cdot l_{\text{ст}} \pm 0,189$$

Номер шага: 3

Включенная переменная Широта (φ)

R и R² = D 0,80; 0,64

С.К.О. оценки регрессии 0,66

$\sum (y_j - \hat{y}_j)^2$ сумма квадратов регрессии 10,95

$\sum (y_j - \hat{y}_j)^2$ сумма квадратов остатков 6,05

$$x = 0,4 \lambda - 0,393 \varphi - 0,416 l_{\text{ст}} \pm 0,171$$

Номер шага: 4

Включенная переменная Превышение экван. хребта (ΔH)

R и R² = D 0,86; 0,74

С.К.О. оценки регрессии 0,58

$\sum (y_j - \hat{y}_j)^2$ сумма квадратов регрессии 12,58

$\sum (y_j - \hat{y}_j)^2$ сумма квадратов остатков 4,43

$$x = 0,027 + 0,406 \lambda - 0,401 \varphi - 0,327 l_{\text{ст}} - 0,307 \Delta H \pm 0,16$$

Коэффициент множественной корреляции возрастает от 0,63 на первом шаге до 0,86 на четвертом шаге.

Все перечисленные показатели определяют в совокупности 74 % дисперсии поля осадков. Таким образом, остаточная дисперсия, обусловленная другими неучтенными показателями и случайными ошибками, составляет 26 % общей дисперсии.

Итоговое уравнение множественной регрессии с включением следующих параметров: расстояние станции до верховьев долины ($l_{ст}$), долготы (λ), широты (φ) и превышения экранирующего станцию хребта (ΔH), выразится в следующем виде:

$$x = 0,027 + 0,406 l_{ст} - 0,401 \lambda - 0,327 \varphi - 0,307 \Delta H + 0,16$$

Для сравнения приведем результаты, полученные в других работах. В работе [9] установлено, что из характеристик осадков более явно связана с особенностями рельефа доля осадков того или иного сезона в годовой сумме, в частности доля зимних осадков. В ней предлагается следующая формула для осадков холодного полугодия:

$$D_{хол} = - 0,487 H + 0,362 B \cdot x/L + 0,353 C \cdot H/H$$

Как видно из формулы, распределение доли осадков холодного полугодия по территории примерно в равной степени зависит от высоты (H), удаленности станции вглубь горной системы (x/L) и различия высоты хребтов, простирающихся к северу и югу от станции (H/H). Значения доли осадков, рассчитанных по фактическим значениям и по предложенной формуле, оказались достаточно близкими; так, например, для М Ат-Баши эти значения составляют соответственно 0,21 и 0,25.

Для бассейна р. Нарын, большая часть которого входит во Внутренний Тянь-Шань в работе [2] получено, что использование двух показателей удаленности, характеризующих обратный продольно-циркуляционный эффект (L) и эффект экранированности (H), а также высоты позволяет описать существенную долю дисперсии (около 60 %) поля нормированных осадков за сезоны и год ($R_0 = 0,77 \dots 0,78$). Вклад этих параметров в описание поля осадков существенно меняется в течение года.

В холодный период года преобладает обратный продольно-циркуляционный эффект, заключающийся в уменьшении осадков по мере удаленности от хорошо увлажняемых низовий бассейна к его верховьям.

В теплый период влияние обратного продольно-циркуляционного эффекта становится менее заметным, доминирует высота и возрастает роль параметра L - удаленности от северного горного обрамления, на периферии которого активность северных и северо-западных процессов в теплый период наибольшая.

Таким образом, распределение осадков во Внутреннем Тянь-Шане зависит от комплекса орографических факторов. Для годовых сумм осад-

ков такими показателями являются расстояние станции до верховьев долины, координаты станции (долгота и широта), которые характеризуют расположение станции в горной системе, ее удаленность от хребтов-барьеров с запада на восток и с севера на юг, и превышение экранирующего хребта. Все перечисленные морфометрические показатели в совокупности определяют 74 % дисперсии поля осадков, а на фоне остальных неучтенных факторов приходится 26 % общей дисперсии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антипов А.Н., Корытный Л.М. Географические аспекты гидрологических исследований. – Новосибирск.: Наука, 1981. – 177 с.
2. Богданова Л.Ф., Геткер М.И. Статистический анализ и учет влияния орографии при расчетах осадков на Тянь – Шане. // Тр. САРНИГМИ. – Л.: Гидрометеиздат, 1975, вып. 225 (106). – С. 116 – 144.
3. Гарцман И.Н. Проблемы географической зональности и дискретность гидрометеорологических полей в горных условиях муссонного климата // Тр. ДВНИГМИ, 1971. Вып. 35. – С. 3 – 31.
4. Геткер М.И., Глазырин Г.Е., Емельянов Ю.Н. Влияние некоторых элементов орографии на распределение осадков в горных районах // Тр. САНИГМИ. 1972. – Л.: Гидрометеиздат. Вып. 62 (77). С. 30 – 38.
5. Максютов Ф.А. Классификация горных барьеров роли гор в формировании ландшафтов // Вопросы физической географии. Уфа, 1971. С. 19 – 36.
6. Пономаренко П.Н. Атмосферные осадки Киргизии. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 134 с.
7. Программное обеспечение ЕС ЭВМ. Пакет прикладных программ статистической обработки медицинской информации – Минск: БГУ, Институт Математики. 1983. – 163 с.
8. Скаков А.А., Дмитриева Е.Ф. Опыт применения множественной пошаговой регрессии для прогноза пыльных бурь в Казахстане // Долгосрочные прогнозы погоды. – М.: Гидрометеиздат, 1985. – С. 12.
9. Чанышева С.Г., Субботина О.И. О количественной оценке климатообразующего влияния рельефа // Метеорология и гидрология. 1983. № 3. – С. 32 – 40.
10. Швер Ц.А. Атмосферные осадки на территории СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 302 с.

11. Storr D., Ferguson H.L. The distribution of precipitation in some mountainous Canadian watersheds. – Distribution of precipitation in mountainous areas, 1972. vol. 11, № 326. WMO/ OMM Geneva, p. 290 – 306.
12. Willan A., Watts D. Meaningful multicollinearity measures. Technometrics. V. 20. 1978, p. 407 – 412.

ІШКІ ТЯНЬ-ШАНЬДА АТМОСФЕРАЛЫҚ ЖАУЫН-ШАШЫННЫҢ ТАРАЛУЫНА ЖЕР ҚЫРТЫСЫНЫҢ ӘСЕРІН БАҒАЛАУ

Геогр.ғылымдарының канд. К.Б. Бәкіров,
Техн. ғылымдарының канд. П.Ж. Қожахметов

Жер қыртысының әсерін бағалау үшін жауын-шашындарға қатты әсер етуші морфометриялық көрсеткіштер енгізілген көпшілікті регрессия теңдеуі құрылды. Көптеген мөлшерлер ішінен: аңғар басына дейінгі станциялардың ара қашықтығы, станцияның бойлығы мен ендігі және таса жотаның биіктік асуы таңдалынып алынды. Осы факторлар жиынтығы Ішкі Тянь-Шаньдағы жауын-шашындар дисперсиясының 74 % айқындайды.