

ОПЫТ КОРРЕЛЯЦИИ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ С ГЛУБИННОЙ ПОЛЗУЧЕСТЬЮ ОПОЛЗНЕВОГО СКЛОНА В ДИЛИЖАНЕ

Механик Г. А. АРШАКЯН¹, канд. техн. наук Г. З. ЭЛБАКЯН²

Реферат. Ряд климатических факторов—количество осадков, скорость ветра, температура и относительная влажность воздуха воздействуют на перемещение оползня. Методом линейно-множественной корреляции получены уравнения регрессии, с помощью которых можно сделать прогноз перемещения оползня. Метод применен при исследовании крупного оползня в Дилижане. Результаты работы свидетельствуют о существенной роли климата в перемещении оползня.

Для целенаправленной борьбы с оползнями определенный интерес представляет изучение влияния климатических условий на перемещение оползня. Целью работы является изучение влияния метеорологических параметров (годовых сумм осадков X_1 , температуры воздуха X_2 , скорости ветра X_3 и относительной влажности воздуха X_4) на величину перемещения оползневых реперов Y . Известно, что зависимости между величиной перемещения оползней и метеорологическими параметрами являются сложными и неоднозначными. Поэтому необходим учет нескольких одновременно влияющих факторов, что обеспечивается методом линейно-множественной корреляции.

Реализация этого метода в работе проведена на материалах наблюдений за ползучестью склонов по центральной части города Дилижана (1962—1978 гг.) с использованием сопряженной метеорологической информации. Отбор наиболее эффективных метеорологических параметров в первом приближении выполнен на основе анализа графической связи, а далее по степени корреляции соответствующих отобранных величин.

На рисунке приводится качественная картина влияния увлажнения на перемещение оползня, которая свидетельствует о наличии зависимости между перемещением оползня и степенью увлажнения в предыдущем году в экстремальных точках. Аналогичный анализ данных по температуре воздуха и скорости ветра не выявил наличия закономерности.

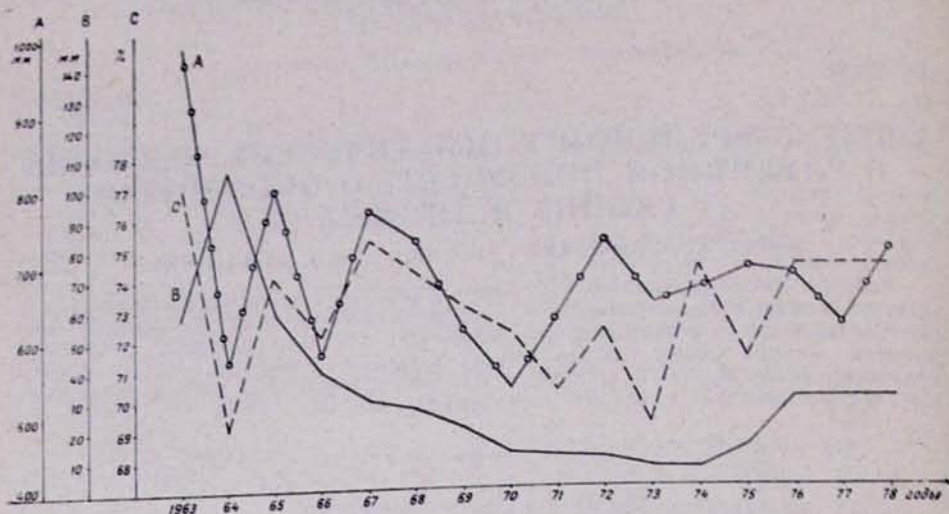
Теснота связи (вклад каждого из факторов в общую корреляцию) определена по парным коэффициентам корреляции на материалах синхронных наблюдений (табл. 1).

Исходя из вышеуказанного определим соответствующие парные коэффициенты корреляции $r_{X_1 Y} = 0,65$ и $r_{X_4 Y} = 0,41$.

Вероятные ошибки коэффициентов корреляции (ε_r) оказались равными: $\varepsilon_{0,65} = \pm 0,100$; $\varepsilon_{0,41} = \pm 0,139$; $\varepsilon_{0,66} = \pm 0,095$; $\varepsilon_{0,40} = \pm 0,141$; $\varepsilon_{0,26} = \pm 0,156$; $\varepsilon_{-0,136} = \pm 0,167$; $\varepsilon_{-0,130} = \pm 0,160$; $\varepsilon_{-0,047} = \pm 0,167$; $\varepsilon_{0,03} = \pm 0,167$;

¹ Мл. науч. сотр. Лаборатории геомеханики ИГИС АН АрмССР.

² Армянский государственный проектный институт по землеустройству.



Распределение осадков (А), относительной влажности воздуха (В) и величины перемещения оползня (С) за 1963—1978 гг.

Տեղումների (А), օդի հարաբերական խոնավության (В) և սղախների տեղաշարժի մեծության (С) բաշխումը 1963—1978 թթ.:

Distribution of precipitation (A), relative air humidity (B) and landslide displacement (C) in 1963—1978

Таблица—Աղյուսակ—Table 1

Значения коэффициентов корреляции
Խոնելիացիայի գործակիցների արժեքները
Values of correlation coefficients

Параметр Պարամետր Parameters	Y	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
Y	1	0,17	-0,13	0,30	0,057
X ₁		1	-0,136	0,03	0,66
X ₂			1	0,26	-0,047
X ₃				1	-0,40
X ₄					1

$\epsilon_{0,30} = \pm 0,15$ при средних квадратичных отклонениях: $\sigma_Y = 25,80$; $\sigma_{X_1} = 113,10$; $\sigma_{X_2} = 0,76$; $\sigma_{X_3} = 0,16$; $\sigma_{X_4} = 2,30$.

Согласно значениям коэффициентов корреляции в исследуемом нами случае перемещение оползня в большой степени определяется количеством осадков, выпавших в предыдущем году, тогда как при синхронных данных корреляция между оползнями и осадками оказалась слабой ($r_{X,Y} = 0,17$). Следующим по значимости фактором явилась относительная влажность. Влияние остальных факторов оказалось значительно меньше.

Ниже приводятся уравнения регрессии по одному (А) и двум (Б) факторам:

$$\begin{aligned}
 \text{А) } Y &= 0,148 X_1 - 71,80 & \varepsilon_r &= \pm 0,10 & S &= 19,6 & (1) \\
 Y &= 4,44 X_2 - 63,40 & \varepsilon_r &= \pm 0,16 & S &= 25,6 \\
 Y &= 47,8 X_3 - 25,33 & \varepsilon_r &= \pm 0,15 & S &= 24,6 \\
 Y &= 4,94 X_4 - 332,70 & \varepsilon_r &= \pm 0,139 & S &= 24,0
 \end{aligned}$$

$$\text{Б) } Y = 0,145 X_1 + 0,218 X_4 - 85,40 \quad R = 0,65 \quad \varepsilon_R = \pm 0,099 \quad S = 19,6 \quad (2)$$

$$Y = 0,147 X_1 - 1,43 X_2 - 59,40 \quad R = 0,65 \quad \varepsilon_R = \pm 0,099 \quad S = 19,6 \quad (3)$$

$$Y = 0,146 X_1 + 44,7 X_3 - 146,10 \quad R = 0,71 \quad \varepsilon_R = \pm 0,086 \quad S = 18,3 \quad (4)$$

$$Y = 5,41 X_4 - 7,47 X_2 - 307,3 \quad R = 0,51 \quad \varepsilon_R = \pm 0,134 \quad S = 22,2$$

$$Y = 7,30 X_4 - 90,2 X_3 - 658,3 \quad R = 0,64 \quad \varepsilon_R = \pm 0,10 \quad S = 19,8$$

$$Y = 51,10 X_3 - 7,52 X_2 - 1,20 \quad R = 0,37 \quad \varepsilon_R = \pm 0,16 \quad S = 25,0$$

где R —коэффициент полной корреляции, S —среднее квадратическое отклонение уравнения регрессии.

С учетом полученных результатов уравнение регрессии по трем факторам можно записать в виде:

$$Y = 0,18 X_1 - 4,28 X_2 + 50,06 X_3 - 143,9; \quad R = 0,693; \quad \varepsilon_R = \pm 0,088; \quad S = 18,6. \quad (5)$$

Отобранные факторы коррелируют между собой слабо, а осадки и относительная влажность—в сильной степени ($r_{X_1, X_4} = 0,66$), поэтому фактор X_4 в уравнении отсутствует.

По уравнениям (1)—(5) восстановлены две группы рядов перемещений оползней (Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5) и (Y_2', Y_3', Y_4', Y_5') (табл. 2).

Первая группа восстановлена по данным X_1, X_2, X_3 и X_4 за предыдущий год, вторая—по данным X_4, X_1 за предыдущий год и X_2, X_3 —за текущий; при этом имеется в виду, что прошлогодние осадки, постепенно впитываясь в грунт, оказывают свое действие на перемещение оползня позднее, а температура воздуха и скорость ветра должны сказываться в том же году.

Таблица—Աղյուսակ—Table 2

Восстановленные ряды перемещений оползней, в мм
Ուղղված շարքերի վերականգնված շարքերը, մմ
Restored series of landslide displacements, in mm

Годы	(1)		(2)		(3)		(4)		(5)	
	Y	Y_1	Y_2	Y_2'	Y_3	Y_3'	Y_4	Y_4'	Y_5	Y_5'
1963	57,1	6,7	7,2	8,4	5,4	6,7	2,9	7,4	7,7	1,2
1964	195,0	73,8	74,0	72,2	73,3	74,6	73,5	78,0	82,8	91,6
1965	58,7	11,4	11,2	12,3	12,7	12,1	16,5	20,9	15,8	19,1
1966	38,4	44,4	44,6	44,2	44,9	41,5	53,5	44,6	59,3	39,0
1967	29,0	13,2	13,6	14,3	10,4	14,3	13,7	4,7	1,0	2,5
1968	26,9	40,6	41,2	40,8	41,6	40,7	31,8	39,9	35,9	33,3
1969	19,9	35,0	35,3	35,1	35,0	36,2	26,2	21,8	26,4	24,7
1970	11,6	17,7	18,1	18,0	19,0	16,9	4,8	18,2	4,0	12,4
1971	11,3	6,4	6,9	6,5	5,7	6,4	7,0	16,0	1,3	14,5
1972	9,5	19,6	19,4	19,8	19,4	20,7	29,0	20,1	26,4	20,6
1973	6,4	34,2	34,1	33,4	35,3	34,7	34,5	39,0	38,5	41,7
1974	5,9	21,7	21,2	29,3	22,3	22,7	26,6	8,8	26,5	7,8
1975	12,7	23,8	24,3	23,7	24,8	23,9	10,7	24,2	10,3	22,7
1976	27,7	28,0	27,9	28,5	28,2	29,5	28,4	28,4	28,0	31,8
1977	27,7	21,5	27,3	27,2	28,2	27,2	27,1	22,6	30,3	22,3
1978	27,7	32,3	18,2	18,2	18,0	17,1	13,5	26,9	11,0	17,6

Проверка показала, что в целом схема обеспечивает удовлетворительную эффективность, однако наиболее точен прогноз экстремальных перемещений оползня. Это подтверждается величиной корреляции между фактическими и вычисленными (восстановленным) рядами, которая составляет 0,74 (табл. 3).

Таблица—Աղյուսակ—Table 3

Значения коэффициентов корреляции (между фактическим и вычисленными рядами)
 Հանկարգի գործակիցների արժեքներ (փաստական և հաշվարկային շարքերի միջև)
 Values of correlation coefficients (between actual and calculated series)

	Y_1	Y_2	Y_2'	Y_3	Y_3'	Y_4	Y_4'	Y_5	Y_5'
Y	0.65	0.65	0.65	0.50	0.59	0.70	0.72	0.64	0.74

Исходя из уравнения регрессии можно сделать прогноз размеров перемещения оползня по центральной части города Дилижана. Подставив значения средних годовых осадков, температуры воздуха и скорости ветра в уравнение регрессии, получим $Y=30,21$ —вероятное перемещение в каждом году. Значение Y в этом случае близко к значению фактического среднего перемещения—29,70 мм, что подтверждает точность расчетов. Более точное значение Y можно получить для каждого года, подставив значение X_1 за предыдущий год. В случае ливня можно подставить значение X_1 за предшествующие 365 дней.

Аналогичный анализ проделан для теплого периода года (май—сентябрь), однако столь тесной зависимости не обнаружено.

Результаты работы свидетельствуют о существенной роли климата в перемещении оползня в исследуемом районе.

Схема объективна согласно подсчитанным вероятным ошибкам и проста в практическом применении.

ԳԻԼԻՋԱՆԻ ՍՈՂԱՆՔԱՅԻՆ ԼԱՆՋԻ ԽՈՐՀԱՅԻՆ ՍՈՂՔԻ ԵՎ ԿԼԻՄԱՏԱԿԱՆ ԳՈՐԾՈՆՆԵՐԻ ԿՈՌԵԼՅԱՑԻԱՅԻ ՓՈՐՁԸ

Մեխանիկ ԳՈՇԱՐԻԿ ԱՐՇԱԿՅԱՆԻ, տեխն. գիտ. թեկն. ԳԱՐԻ ԷԼԲԱԿՅԱՆԸ

Ռեֆերատ: Կլիմայական մի շարք գործոններ՝ տեղումներ, բամու արագություն, օդի չիւմաստիճան և հարաբերական խոնավություն, որոշակի ազդեցություն ունեն սողանքի տեղաշարժի վրա: Կիրառվել է բազմաբանակի դժային կոռելյացիայի մեթոդը, ստացվել են սողանքի համաարումներ, որոնց միջոցով կարելի է կանխագուշակել սողանքի հետագա տեղաշարժի շարժը: Ստացված արդյունքները հաստատում են կլիմայի էական դերը, որպես կարևոր գործոնի, սողանքային երևույթներում:

EXPERIENCE IN CORRELATION OF CLIMATIC FACTORS WITH DEPTH CREEP OF THE SLIDING SLOPE IN DILIJAN, ARMENIA

GOHARIK ARSHAKIAN, Mech.³, GARRY ELBAKIAN, Cand. Sc. (Eng.)⁴

Synopsis. A number of climatic factors as precipitation, wind velocity, air temperature and relative humidity affect the landslide displacement. Using the method of linear-multiple correlation, the regression equations are obtained by means of which the landslide displacement may be forecasted. This method was used on the example of a big landslide in Dilijan, Armenia. Results indicate an essential role of the climate in the landslide displacement.

¹ ՀՍՍՀ ԳԱ ԳԻՍԻ զեոմեխանիկայի լաբորատորիայի կրտսեր գիտաշխատող:

² Հայհոգակտնախազիծ:

³ Junior Scientific Worker, Laboratory of Geomechanics IGES.

⁴ Armenian State Design Institute of Land Tenure.