

**ИНТЕНСИВНОСТЬ ИСКРИВЛЕНИЯ СКВАЖИН
АЛЕКСАНДРОВСКОЙ НЕФТЕРАЗВЕДОЧНОЙ ЭКСПЕДИЦИИ
(СРЕДНЕЕ ПРИОБЬЕ)**

Л. А. ПУХЛЯКОВ

(Представлена научным семинаром кафедры техники разведки)

Под интенсивностью искривления скважин (i) принято понимать изменение направления скважины в пространстве на данном интервале. Именно так этот термин понимают Ю. С. Васильев, Н. В. Сивохина, А. С. Бронзов [1] и некоторые другие авторы. А. Лубинский [2] считает необходимым относить эту величину всегда к одному и тому же интервалу — 10 м, и рекомендует называть ее степенью перегиба скважины. Однако представляется более удобным относить эту величину к тому интервалу, через который на данном предприятии принято измерять элементы кривизны скважин. Для выявления зон наибольшего искривления этого достаточно, а для сопоставления интенсивности искривления скважин различных предприятий можно производить пересчет по мере необходимости.

Некоторые авторы рекомендуют называть эту величину абсолютной интенсивностью, или интенсивностью общего искривления скважины, противопоставляя ему интенсивность приращения зенитного угла и азимута наклона скважины по отдельности. Здесь, однако, следует отметить, что подобное разделение лишь искажает картину, так как при одной и той же разности азимутов с ростом зенитного угла абсолютная интенсивность будет увеличиваться.

Для вывода формулы абсолютной интенсивности примем следующие обозначения: Θ_1 и Θ_2 — зенитные углы скважины в первой и второй точках замера соответственно, A_1 и A_2 — азимуты наклона скважины в этих же точках и φ — разность азимутов,

$$\varphi = A_1 - A_2. \quad (1)$$

Затем в плоскости, совпадающей с плоскостью наклона скважин в первой точке замера, построим касательную к оси скважины в этой точке BF и проекцию касательной к ней $C'F$ во второй точке замера C , после чего пересечем их плоскостью CG , перпендикулярной касательной к оси скважины в первой точке замера BF (рис. 1). Очевидно, на касательной во второй точке замера эта плоскость отсечет отрезок, который будет связан с соответствующим отрезком на касательной BF следующим соотношением:

$$FG = CF \cdot \cos i. \quad (2)$$

Проекция же его будет связана с этим отрезком несколько иным соотношением. А именно:

$$FG = C'F \cdot \cos \angle C'FG$$

или

$$FG = C'F (\cos \Theta_1 \cdot \cos \angle C'FD + \sin \Theta_1 \cdot \sin \angle C'FD). \quad (3)$$

С другой стороны, синус и косинус угла $C'FD$ можно выразить через стороны прямоугольного треугольника $C'FD$, в котором прямая FD является вертикальной,

$$\cos \angle C'FD = \frac{z}{C'F},$$

$$\sin \angle C'FD = \frac{x}{C'F}.$$

В свою очередь, катеты этого треугольника можно выразить через зенитный угол во второй точке замера Θ_2 и разность азимутов φ :

$$z = CF \cdot \cos \Theta_2,$$

$$x = CF \cdot \sin \Theta_2 \cdot \cos \varphi.$$

В итоге выражение (3) принимает вид:

$$FG = C'F \left(\cos \Theta_1 \cdot \frac{CF \cdot \cos \Theta_2}{C'F} + \sin \Theta_1 \cdot \frac{CF \cdot \sin \Theta_2 \cdot \cos \varphi}{C'F} \right)$$

или, производя соответствующие сокращения,

$$FG = CF (\cos \Theta_1 \cdot \cos \Theta_2 + \sin \Theta_1 \cdot \sin \Theta_2 \cdot \cos \varphi). \quad (4)$$

Наконец, сопоставляя выражения (2) и (4), находим

$$\cos i = \cos \Theta_1 \cdot \cos \Theta_2 + \sin \Theta_1 \cdot \sin \Theta_2 \cdot \cos \varphi. \quad (5)$$

Для определения интенсивности искривления скважин разные авторы предлагают различные средства. Например, известен прибор Ю. С. Васильева [1, стр. 44—45], состоящий из двух транспортеров и трех линеек с равномерными шкалами. А. Лубинский [2] для этой же цели рекомендует специальную номограмму. Однако при анализе интенсивности скважин Александровской нефтеразведки не было использовано ни одно из этих средств. Основная причина отказа от них состояла в необычайно высокой трудоемкости при их использовании. Для упрощения работы была составлена специальная таблица — таблица для определения интенсивности слабо искривленных скважин [3], выписка из которой приведена в приложении 1. Таблица эта состоит как бы из нескольких самостоятельных табличек, каждая из которых соответствует зенитному углу в первой точке замера Θ_1 и имеет 10—12 строк. В свою очередь, каждая строка соответствует различным значениям зенитных углов во второй точке замера Θ_2 . При этом под второй точкой замера понимается та, в которой величина зенитного угла больше, чем в другой, независимо от того, выше или ниже по стволу она располагается. Вертикальные столбцы таблицы соответствуют различным значениям азимутов наклона скважины φ .

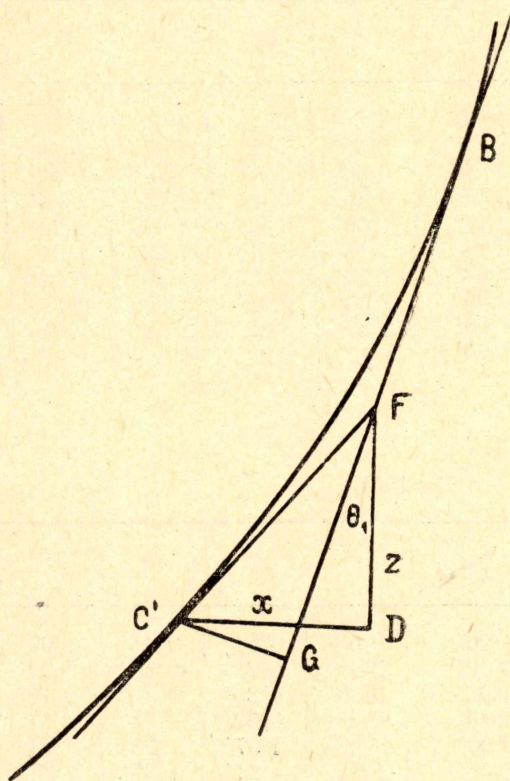


Рис. 1. Взаимоотношение между касательными, проведенными к оси скважины в двух смежных точках замера

Таблица для определения интенсивности искривления
слабо искривленных скважин

$\theta_1 = 0^\circ 30'$

$\theta_2 \backslash \varphi$	0°	20°	40°	60°	80°	100°	120°	140°	160°	180°
0°30'	0°00'	0°10'	0°21'	0°30'	0°39'	0°46'	0°52'	0°56'	0°59'	1°00'
0°45'	0°15'	0°19'	0°29'	0°40'	0°49'	0°58'	1°06'	1°11'	1°14'	1°15'
1°00'	0°30'	0°33'	0°42'	0°52'	1°02'	1°12'	1°21'	1°25'	1°29'	1°30'
1°15'	0°45'	0°48'	0°56'	1°06'	1°16'	1°26'	1°35'	1°40'	1°44'	1°45'
1°30'	1°00'	1°02'	1°10'	1°20'	1°30'	1°40'	1°50'	1°54'	1°59'	2°00'
1°45'	1°15'	1°17'	1°24'	1°34'	1°44'	1°51'	2°04'	2°09'	2°14'	2°15'
2°00'	1°30'	1°32'	1°39'	1°48'	1°58'	2°09'	2°18'	2°24'	2°28'	2°30'
3°00'	2°30'	2°32'	2°39'	2°47'	2°57'	3°08'	3°18'	3°24'	3°28'	3°30'
4°00'	3°30'	3°32'	3°38'	3°46'	3°56'	4°07'	4°18'	4°24'	4°28'	4°30'
5°00'	4°30'	4°32'	4°38'	4°46'	4°56'	5°07'	5°18'	5°24'	5°28'	5°30'

$\theta_1 = 1^\circ 00'$

$Q_2 \backslash \varphi$	0°	20°	40°	60°	80°	100°	120°	140°	160°	180°
1°00'	0°00'	0°21'	0°41'	1°00'	1°17'	1°32'	1°44'	1°53'	1°58'	2°00'
1°15'	0°15'	0°23'	0°48'	1°09'	1°28'	1°44'	1°57'	2°07'	2°13'	2°15'
1°30'	0°30'	0°39'	0°59'	1°19'	1°39'	1°57'	2°11'	2°21'	2°28'	2°30'
1°45'	0°45'	0°53'	1°11'	1°31'	1°52'	2°10'	2°25'	2°36'	2°43'	2°45'
2°00'	1°00'	1°07'	1°23'	1°44'	2°04'	2°23'	2°39'	2°50'	2°58'	3°00'
2°15'	1°15'	1°21'	1°37'	1°57'	2°18'	2°37'	2°53'	3°05'	3°12'	3°15'
2°30'	1°30'	1°36'	1°51'	2°11'	2°32'	2°51'	3°07'	3°20'	3°27'	3°30'
2°45'	1°45'	1°50'	2°05'	2°25'	2°46'	3°05'	3°22'	3°35'	3°42'	3°45'
3°00'	2°00'	2°05'	2°20'	2°39'	3°00'	3°19'	3°36'	3°49'	3°57'	4°00'
4°00'	3°00'	3°05'	3°18'	3°36'	3°57'	4°17'	4°35'	4°49'	4°57'	5°00'
5°00'	4°00'	4°05'	4°17'	4°35'	4°56'	5°16'	5°34'	5°48'	5°57'	6°00'
6°00'	5°00'	5°04'	5°16'	5°34'	5°55'	6°15'	6°33'	6°48'	6°57'	7°00'

$\theta_1 = 1^\circ 30'$

$\theta_2 \backslash \varphi$	0°	20°	40°	60°	80°	100°	120°	140°	160°	180°
1°30'	0°00'	0°31'	1°01'	1°30'	1°56'	2°18'	2°36'	2°49'	2°57'	3°00'
1°45'	0°15'	0°37'	1°08'	1°38'	2°06'	2°30'	2°49'	3°03'	3°12'	3°15'
2°00'	0°30'	0°47'	1°17'	1°48'	2°17'	2°42'	3°03'	3°18'	3°27'	3°30'
2°15'	0°45'	0°59'	1°28'	1°59'	2°29'	2°55'	3°16'	3°32'	3°42'	3°45'
2°30'	1°00'	1°12'	1°40'	2°11'	2°41'	3°08'	3°30'	3°47'	3°57'	4°00'
2°45'	1°15'	1°26'	1°52'	2°23'	2°54'	3°21'	3°44'	4°01'	4°11'	4°15'
3°00'	1°30'	1°40'	2°05'	2°36'	3°07'	3°35'	3°58'	4°16'	4°26'	4°30'
3°15'	1°45'	1°55'	2°19'	2°49'	3°20'	3°49'	4°12'	4°30'	4°41'	4°45'
3°30'	2°00'	2°09'	2°32'	3°02'	3°34'	4°02'	4°27'	4°45'	4°56'	5°00'
3°45'	2°15'	2°24'	2°46'	3°16'	3°47'	4°16'	4°41'	5°00'	5°11'	5°15'
4°00'	2°30'	2°38'	3°01'	3°30'	4°01'	4°31'	4°55'	5°14'	5°26'	5°30'
5°00'	3°30'	3°38'	3°58'	4°27'	4°58'	5°28'	5°54'	6°13'	6°26'	6°30'
6°00'	4°30'	4°37'	4°57'	5°24'	5°56'	6°26'	6°52'	7°13'	7°26'	7°30'

θ_2 ϕ	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	90°	120°
3°00'	0°00'	0°31'	1°02'	1°33'	2°03'	2°32'	3°00'	3°26'	4°14'	5°11'
3°15'	0°15'	0°36'	1°07'	1°38'	2°09'	2°39'	3°08'	3°35'	4°25'	5°25'
3°30'	0°30'	0°45'	1°14'	1°45'	2°16'	2°47'	3°17'	3°45'	4°36'	5°38'
3°45'	0°45'	0°57'	1°23'	1°53'	2°25'	2°56'	3°27'	3°55'	4°48'	5°51'
4°00'	1°00'	1°10'	1°34'	2°03'	2°34'	3°06'	3°35'	4°06'	5°00'	6°05'
4°15'	1°15'	1°24'	1°46'	2°14'	2°45'	3°16'	3°47'	4°17'	5°12'	6°19'
4°30'	1°30'	1°38'	1°58'	2°25'	2°56'	3°27'	3°58'	4°28'	5°24'	6°32'
4°45'	1°45'	1°52'	2°11'	2°37'	3°07'	3°38'	4°10'	4°40'	5°37'	6°46'
5°00'	2°00'	2°07'	2°25'	2°50'	3°19'	3°50'	4°21'	4°52'	5°50'	
5°15'	2°15'	2°21'	2°39'	3°04'	3°34'	4°05'	4°36'	5°07'	6°07'	
5°30'	2°30'	2°36'	2°53'	3°18'	3°48'	4°19'	4°50'	5°21'	6°22'	
5°45'	2°45'	2°51'	3°08'	3°33'	4°03'	4°34'	5°05'	5°36'	6°37'	
6°00'	3°00'	3°06'	3°23'	3°48'	4°18'	4°49'	5°20'	5°51'	6°52'	
6°15'	3°15'	3°21'	3°38'	4°03'	4°33'	5°04'	5°35'	6°06'	7°07'	
6°30'	3°30'	3°36'	3°53'	4°18'	4°48'	5°19'	5°50'	6°21'	7°22'	
6°45'	3°45'	3°51'	4°08'	4°33'	5°03'	5°34'	6°05'	6°36'	7°37'	
7°00'	4°00'	4°06'	4°23'	4°48'	5°18'	5°49'	6°20'	6°51'	7°52'	

 $\theta_1 = 3^\circ 00'$

θ_2 ϕ	0°	20°	40°	60°	80°	100°	120°	140°	160°	180°
2°30'	0°00'	0°52'	1°43'	2°30'	3°13'	3°50'	4°20'	4°42'	4°56'	5°00'
2°45'	0°15'	0°57'	1°49'	2°38'	3°23'	4°01'	4°33'	4°56'	5°10'	5°15'
3°00'	0°30'	1°04'	1°56'	2°47'	3°33'	4°13'	4°46'	5°10'	5°25'	5°30'
3°15'	0°45'	1°14'	2°05'	2°57'	3°44'	4°26'	5°00'	5°25'	5°45'	5°45'
3°30'	1°00'	1°26'	2°15'	3°07'	3°56'	4°38'	5°13'	5°39'	5°55'	6°00'
3°45'	1°15'	1°39'	2°26'	3°18'	4°08'	4°51'	5°27'	5°53'	6°10'	6°15'
4°00'	1°30'	1°52'	2°38'	3°30'	4°20'	5°04'	5°41'	6°08'	6°24'	6°30'
4°15'	1°45'	2°05'	2°50'	3°42'	4°32'	5°17'	5°55'	6°22'	6°39'	6°45'
4°30'	2°00'	2°19'	3°03'	3°54'	4°45'	5°31'	6°09'	6°37'	6°54'	7°00'
4°45'	2°15'	2°33'	3°15'	4°07'	4°58'	5°44'	6°23'	6°51'	7°09'	7°15'
5°00'	2°30'	2°47'	3°29'	4°20'	5°11'	5°58'	6°37'	7°06'	7°24'	7°30'
5°15'	2°45'	3°02'	3°44'	4°35'	5°26'	6°13'	6°52'	7°21'	7°39'	7°45'
5°30'	3°00'	3°17'	4°00'	4°51'	5°42'	6°29'	7°08'	7°37'	7°55'	8°00'
5°45'	3°15'	3°32'	4°15'	5°06'	5°57'	6°44'	7°23'	7°52'	8°10'	8°15'
6°00'	3°30'	3°47'	4°30'	5°21'	6°12'	7°00'	7°39'	8°08'	8°26'	8°30'
6°15'	3°45'	4°02'	4°45'	5°36'	6°27'	7°15'	7°54'	8°23'	8°41'	8°45'
6°30'	4°00'	4°17'	5°00'	5°51'	6°42'	7°30'	8°09'	8°38'	8°56'	9°00'
6°45'	4°15'	4°32'	5°15'	6°06'	6°57'	7°45'	8°24'	8°53'	9°11'	9°15'
7°00'	4°30'	4°47'	5°30'	6°21'	7°12'	8°00'	8°39'	9°08'	9°26'	9°30'

 $\theta_1 = 2^\circ 30'$

θ_2 ϕ	0°	20°	40°	60°	80°	100°	120°	140°	160°	180°
2°00'	0°00'	0°42'	1°22'	2°00'	2°34'	3°04'	3°28'	3°46'	3°56'	4°00'
2°15'	0°15'	0°47'	1°28'	2°08'	2°44'	3°16'	3°41'	3°60'	3°71'	4°15'
2°30'	0°30'	0°55'	1°37'	2°17'	2°55'	3°28'	3°54'	4°14'	4°26'	4°30'
2°45'	0°45'	1°06'	1°46'	2°28'	3°06'	3°40'	4°08'	4°28'	4°41'	4°45'
3°00'	1°00'	1°19'	1°57'	2°39'	3°18'	3°53'	4°22'	4°43'	4°56'	5°00'
3°15'	1°15'	1°32'	2°09'	2°50'	3°30'	4°06'	4°35'	4°57'	5°10'	5°15'
3°30'	1°30'	1°46'	2°21'	3°02'	3°43'	4°19'	4°49'	5°12'	5°25'	5°30'
3°45'	1°45'	2°00'	2°34'	3°15'	3°57'	4°32'	5°03'	5°26'	5°40'	5°45'
4°00'	2°00'	2°14'	2°48'	3°28'	4°09'	4°46'	5°17'	5°41'	5°55'	6°00'
4°15'	2°15'	2°29'	3°03'	3°44'	4°25'	5°02'	5°33'	5°57'	6°10'	6°15'
4°30'	2°30'	2°44'	3°18'	4°00'	4°41'	5°18'	5°49'	6°13'	6°27'	6°30'
4°45'	2°45'	2°59'	3°33'	4°15'	4°56'	5°33'	6°04'	6°28'	6°42'	6°45'
5°00'	3°00'	3°14'	3°48'	4°30'	5°11'	5°48'	6°19'	6°50'	7°04'	7°07'
5°15'	3°15'	3°29'	4°03'	4°45'	5°26'	6°03'	6°34'	7°05'	7°19'	7°22'
5°30'	3°30'	3°44'	4°18'	5°00'	5°41'	6°18'	6°49'	7°20'	7°34'	7°37'
5°45'	3°45'	4°00'	4°34'	5°15'	5°56'	6°33'	7°04'	7°35'	7°49'	7°52'
6°00'	4°00'	4°14'	4°48'	5°30'	6°11'	6°48'	7°19'	7°50'	8°04'	8°07'
6°15'	4°15'	4°29'	5°03'	5°45'	6°26'	7°03'	7°34'	8°05'	8°19'	8°22'
6°30'	4°30'	4°44'	5°18'	6°00'	6°41'	7°18'	7°49'	8°20'	8°34'	8°37'
6°45'	4°45'	5°00'	5°34'	6°15'	6°56'	7°33'	8°04'	8°35'	8°49'	8°52'
7°00'	5°00'	5°14'	5°48'	6°30'	7°11'	7°48'	8°19'	8°50'	9°04'	9°07'

 $\theta_1 = 2^\circ 00'$

$\theta_1 = 3^\circ 30'$

$\theta_2 \backslash \varphi$	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
3°30'	0°00'	0°37'	1°13'	1°49'	2°24'	2°58'	3°30'	4°01'	4°30'	4°57'
3°45'	0°15'	0°41'	1°17'	1°53'	2°29'	3°04'	3°38'	4°10'	4°40'	5°08'
4°00'	0°30'	0°49'	1°23'	2°00'	2°36'	3°12'	3°46'	4°19'	4°50'	5°19'
4°15'	0°45'	1°00'	1°32'	2°08'	2°44'	3°21'	3°55'	4°29'	5°01'	5°30'
4°30'	1°00'	1°13'	1°42'	2°17'	2°53'	3°30'	4°05'	4°40'	5°12'	5°42'
4°45'	1°15'	1°26'	1°53'	2°27'	3°03'	3°40'	4°16'	4°50'	5°23'	5°54'
5°00'	1°30'	1°40'	2°05'	2°38'	3°14'	3°50'	4°27'	5°02'	5°35'	6°06'
5°15'	1°45'	1°55'	2°18'	2°49'	3°25'	4°01'	4°38'	5°14'	5°47'	6°18'
5°30'	2°00'	2°08'	2°31'	3°02'	3°36'	4°13'	4°49'	5°25'	5°59'	6°31'
6°00'	2°30'	2°37'	2°58'	3°27'	4°00'	4°36'	5°13'	5°49'	6°24'	
7°00'	3°30'	3°36'	3°54'	4°20'	4°52'	5°27'	6°04'	6°40'		
8°00'	4°30'	4°36'	4°52'	5°16'	5°46'	6°20'				

 $\theta_1 = 4^\circ 00'$

$\theta_2 \backslash \varphi$	0°	5°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°
4°00'	0°00'	0°21'	0°42'	1°23'	2°04'	2°44'	3°23'	4°00'	4°35'	5°09'
4°15'	0°15'	0°26'	0°46'	1°27'	2°09'	2°50'	3°30'	4°08'	4°44'	5°18'
4°30'	0°30'	0°38'	0°53'	1°33'	2°15'	2°57'	3°37'	4°16'	4°53'	5°28'
4°45'	0°45'	0°50'	1°04'	1°41'	2°23'	3°04'	3°45'	4°25'	5°03'	5°39'
5°00'	1°00'	1°04'	1°16'	1°51'	2°31'	3°13'	3°54'	4°35'	5°13'	5°50'
5°15'	1°15'	1°19'	1°29'	2°01'	2°41'	3°22'	4°04'	4°45'	5°24'	6°01'
5°30'	1°30'	1°33'	1°42'	2°13'	2°51'	3°32'	4°14'	4°55'	5°35'	6°13'
5°45'	1°45'	1°48'	1°56'	2°25'	3°02'	3°43'	4°25'	5°06'	5°46'	6°24'
6°00'	2°00'	2°03'	2°10'	2°37'	3°14'	3°54'	4°36'	5°17'	5°58'	6°36'
7°00'	3°00'	3°02'	3°08'	3°31'	4°04'	4°42'	5°23'	6°05'	6°46'	
8°00'	4°00'	4°02'	4°07'	4°27'	4°57'	5°34'	6°14'	6°55'		
9°00'	5°00'	5°02'	5°06'	5°25'	5°53'	6°28'	7°07'			

 $\theta_1 = 4^\circ 30'$

$\theta_2 \backslash \varphi$	0°	5°	10°	15°	20°	30°	40°	50°	60°	70°
4°30'	0°00'	0°24'	0°47'	1°11'	1°34'	2°20'	3°05'	3°48'	4°30'	5°10'
4°45'	0°15'	0°29'	0°51'	1°14'	1°37'	2°24'	3°10'	3°55'	4°38'	5°18'
5°00'	0°30'	0°40'	0°58'	1°20'	1°43'	2°30'	3°17'	4°02'	4°46'	5°28'
5°15'	0°45'	0°52'	1°08'	1°28'	1°51'	2°37'	3°24'	4°10'	4°55'	5°37'
5°30'	1°00'	1°05'	1°19'	1°38'	2°00'	2°46'	3°33'	4°19'	5°04'	5°47'
5°45'	1°15'	1°20'	1°32'	1°49'	2°10'	2°55'	3°42'	4°28'	5°14'	5°58'
6°00'	1°30'	1°34'	1°45'	2°01'	2°21'	3°05'	3°51'	4°38'	5°24'	6°08'
6°15'	1°45'	1°49'	1°59'	2°14'	2°32'	3°15'	4°01'	4°48'	5°35'	6°19'
6°30'	2°00'	2°03'	2°13'	2°27'	2°45'	3°26'	4°12'	4°59'	5°46'	6°31'
7°00'	2°30'	2°33'	2°41'	2°54'	3°10'	3°50'	4°35'	5°21'	6°08'	6°54'
8°00'	3°30'	3°32'	3°39'	3°50'	4°04'	4°41'	5°23'	6°09'	6°56'	
9°00'	4°30'	4°32'	4°38'	4°48'	5°01'	5°34'	6°15'	7°00'		
10°00'	5°30'	5°32'	5°37'	5°46'	5°58'	6°30'	7°09'			

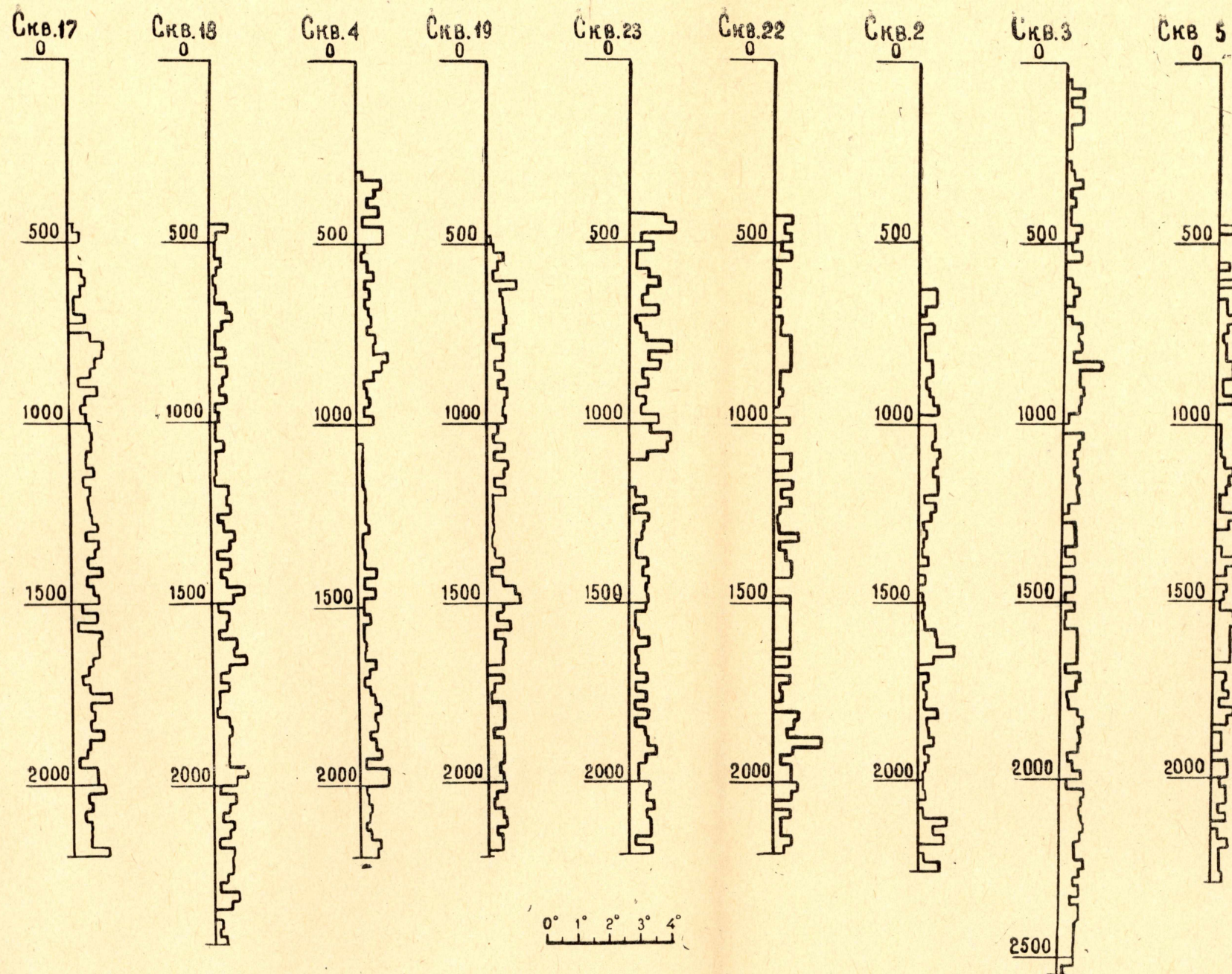


Рис. 2. Интенсивность искривления скважин Александровской нефтеразведки. Вертикальные прямые символизируют оси скважин, цифры слева от них показывают глубину в метрах. Величины интенсивности даны в градусах на 25 метров, масштаб общий в нижней части рисунка

$$\theta_1 = 5^{\circ}00'$$

$\theta_2 \backslash \varphi$	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	40°	50°	60°
5°00'	0°00'	0°26'	0°53'	1°18'	1°44'	2°10'	2°35'	3°26'	4°14'	5°00'
5°15'	0°15'	0°31'	0°56'	1°22'	1°48'	2°14'	2°40'	3°31'	4°20'	5°07'
5°30'	0°30'	0°41'	1°03'	1°27'	1°53'	2°19'	2°45'	3°37'	4°27'	5°16'
5°45'	0°45'	0°53'	1°12'	1°35'	2°00'	2°26'	2°52'	3°44'	4°35'	5°24'
6°00'	1°00'	1°07'	1°23'	1°45'	2°09'	2°34'	3°00'	3°52'	4°44'	5°34'
6°15'	1°15'	1°21'	1°35'	1°55'	2°19'	2°43'	3°09'	4°01'	4°53'	5°43'
6°30'	1°30'	1°35'	1°48'	2°07'	2°29'	2°53'	3°18'	4°10'	5°02'	5°53'
6°45'	1°45'	1°49'	2°01'	2°19'	2°40'	3°04'	3°28'	4°20'	5°12'	6°04'
7°00'	2°00'	2°04'	2°15'	2°32'	2°52'	3°15'	3°39'	4°31'	5°23'	6°14'
8°00'	3°00'	3°03'	3°12'	3°25'	3°43'	4°03'	4°26'	5°16'	6°07'	6°59'
9°00'	4°00'	4°03'	4°10'	4°22'	4°38'	4°56'	5°18'	6°05'	6°56'	
10°00'	5°00'	5°02'	5°09'	5°20'	5°34'	5°52'	6°11'	6°57'		

Результаты определения интенсивности искривления по различным скважинам Александровской нефтеразведки приведены на рис. 2. Бóльшей интенсивности здесь соответствуют большие расстояния ломаной от вертикальной прямой, символизирующей ось скважины.

Как видно из этого рисунка, интенсивность искривления скважин Александровской нефтеразведки сравнительно невелика. Как правило, она не больше одного градуса на 25 м, но иногда все же превышает эту величину. Для сравнения отметим, что в скважинах НПУ «Артемнефть» (Азербайджан) в зоне набора кривизны интенсивность искривления достигает иногда 4°00' на 25 м; а в скважинах НПУ «Чернушка-нефть» — 2°30' и даже 3°00' на 25 м. Из сказанного следует, что при эксплуатации скважин Александровской нефтеразведки в них не должно наблюдаться того неравномерного износа насосных штанг, который наблюдается на промыслах НПУ «Артемнефть».

Далее рис. 1 позволяет сказать, что в одних скважинах Александровской нефтеразведочной экспедиции интенсивность искривления распределена по стволу более или менее равномерно, например, в скв. 3 и 17, у других она в одних частях больше, в других—меньше. Например, в скважине 4, в интервале 1000—1600 м она близка к нулю, а в интервалах 300—1000 и 1750—2000 м превышает 0°30' на 25 м. Низкая интенсивность кривизны наблюдается в скв. 2 в интервалах 750—825 м и 1275—1575 м; в скв. 18 в интервалах 475—675 м, 750—800 м, 950—1175 м и 1750—1825 м; в скв. 19 в интервале 1200—1400 м. Высокая интенсивность наблюдается в скв. 17, при этом, как отмечалось выше, она приблизительно равномерно распределена по всему стволу.

Связать повышение интенсивности искривления скважин с какой-либо свитой геологического разреза не представляется возможным, отсюда причину искривления скважин в данном районе следует искать в технических условиях их проводки. Кстати, искривления скважин Александровской нефтеразведки укладываются в допустимые нормы — зенитные углы здесь не превышают 5°00'.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ю. С. Васильев, Н. Б. Сивохина, А. С. Бронзов. Допустимые отклонения стволов скважин от проекта. Гостоптехиздат, 1963.
2. Г. Вудс, А. Лубинский. Искривление скважин при бурении. Гостоптехиздат, 1960.
3. Л. А. Пухляков. Таблица для определения интенсивности искривления скважин. Рукопись, 1966.