

# OPTIONS FOR CALCULATING THE ECONOMIC ASSESSMENT OF HORIZONTAL DRILLING

Deryaev A.R. (Turkmenistan)

*Deryaev Annaguly Redzhepovich - Candidate of Technical Sciences, Researcher,  
SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF NATURAL GAS OF THE STATE CONCERN "TURKMENGAZ",  
ASHGABAT, TURKMENISTAN*

**Abstract:** *the horizontal wellbore of the productive horizon makes it possible to more evenly extract oil from the reservoir and reduce the tendency to form depression inherent in vertical wellbores, along which the underlying water or gas from the gas-bearing part above the oil zone of the formation is intensively moving towards the well. Appropriate use of horizontal drilling in a specific area of a field, horizon, reservoir, etc. etc. determined based on economic analysis.*

**Keywords:** *horizontal drilling, income, prime cost, capital expenditures, self-sufficiency, discount coefficient, expediency.*

## ВАРИАНТЫ РАСЧЕТА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО БУРЕНИЯ

Деряев А.Р. (Туркменистан)

*Деряев Аннагулы Реджепович - кандидат технических наук, научный сотрудник,  
Научно-исследовательский институт природного газа ГК «Туркменгаз»,  
г. Ашгабат, Туркменистан*

**Аннотация:** *горизонтальный ствол продуктивного горизонта позволяет более равномерно извлекать нефть из коллектора и уменьшить тенденцию к образованию свойственным вертикальным стволам депрессий, по которым интенсивно продвигается к скважине подстилающая вода или газ из газоносной части над нефтяной зоной пласта. Целесообразное применение горизонтального бурения на конкретном участке месторождений, горизонта, залежи и т.д. и т.п. определяется на основании экономического анализа.*

**Ключевые слова:** *горизонтальное бурение, доход, себестоимость, капитальные затраты, самоокупаемость, коэффициент дисконтирования, целесообразность.*

### Вариант I. Увеличение сетки размещения скважин.

Увеличение сетки размещения скважин эквивалентно соответствующему сокращению количества скважин, о возможности удвоения площади на одну скважину, т.е. сокращения числа скважин на 50% против базы сравнения (то же месторождение, площадь, залежь, участок с обычными скважинами). Стоимость скважины с горизонтальным стволом выше, чем у обычной. Принимается, что срок эксплуатации месторождения при этом не изменяется.

Разность затрат на строительство скважин по месторождению (площадь, залежь, участок) можно выразить следующим образом:

$$Z_{\text{стр}} = S_{\text{скв}}^{\text{баз}} \cdot K_{\text{скв}}^{\text{баз}} - S_{\text{скв}}^{\text{ср}} \cdot K_{\text{скв}}^{\text{ср}}, \text{ ман.}, \quad (1)$$

где:  $Z_{\text{стр}}$  – общие затраты;

$S_{\text{скв}}$  – стоимость скважины, ман/скв;

$K_{\text{скв}}$  – количество скважин, скв.

$$K_{\text{скв}}^{\text{ср}} = K_{\text{скв}}^{\text{баз}} \cdot \frac{R_{\text{баз}}}{R_{\text{ср}}}, \quad \text{скв}; \quad (2)$$

где:  $R$  – площадь на одну скважину в соответствии с сеткой размещения скважин.

Подставляя (2) в выражение (1) получим расчет на одну горизонтальную скважину:

$$\Delta S_{\text{стр}}^{\text{скв}} = \frac{\Delta S_{\text{стр}}}{K_{\text{скв}}^{\text{ср}}} = S_{\text{скв}}^{\text{баз}} \cdot \frac{R_{\text{ср}}}{R_{\text{баз}}} - S_{\text{скв}}^{\text{ср}}, \quad \text{ман/скв.} \quad (3)$$

Наряду с экономией капитальных затрат по (1) уменьшаются капитальные вложения на обустройство месторождения в связи с меньшим количеством скважин (коммуникации, включая внутрипромысловые дороги и трубопроводы). Снижаются и эксплуатационные затраты по добычи нефти из меньшего количества скважин, а также расходы на оплату меньшей площади занятых участков земли. Если эту экономию оставить добывающему предприятию как стимулятор заинтересованности в разработке месторождения при помощи

горизонтального бурения, то, принимая  $\Delta S_{\text{стр скв}} = 0$ , можно определить допустимую для добывающего предприятия цену горизонтальной скважины  $B_{\text{гс}}$  через цену обычной скважины  $B_{\text{ос}}$ :

$$B_{\text{гс}} \leq B_{\text{ос}} \frac{R^{\text{ср}}}{R^{\text{баз}}}, \quad \text{ман/скв.}$$

**Вариант II. Увеличение объема добычи за счет прироста запасов без изменения сетки разработки месторождения.**

Увеличение объема добычи за счет прироста запасов, полученного благодаря горизонтальному бурению, повышает доходную часть бухгалтерского баланса добывающего предприятия.

Количество добытой нефти на месторождении:

$$G_{\text{дн}}^{\text{баз}} = G_{\text{п}} \cdot X_{\text{нп}}^{\text{баз}}, \quad \text{т}; \quad (4)$$

$$G_{\text{дн}}^{\text{ср}} = G_{\text{п}} \cdot X_{\text{нп}}^{\text{ср}}, \quad \text{т}; \quad (5)$$

Где:  $G_{\text{дн}}$  – количество полученной из месторождения нефти, т;

$G_{\text{п}}$  – количество нефти в пласте, т;

$X_{\text{нп}}$  – коэффициент нефтеотдачи.

Количество товарной нефти:

$$G_{\text{тн}} = X_{\text{тн}} \cdot G_{\text{дн}}, \quad \text{т}; \quad (6)$$

где:  $G_{\text{тн}}$  – количество товарной нефти, т;

$X_{\text{тн}}$  – коэффициент, характеризующий технологические затраты добытой нефти и потери ее на месторождении.

Принимая  $X_{\text{тн}}^{\text{ср}} = X_{\text{тн}}^{\text{баз}}$ , получим количество дополнительно добытой товарной нефти по месторождению:

$$\Delta G_{\text{тн}} = G_{\text{тн}}^{\text{баз}} \left( \frac{X_{\text{тн}}^{\text{ср}}}{X_{\text{тн}}^{\text{баз}}} - 1 \right), \quad \text{т}, \quad (7)$$

Выручка за эту нефть при неизменной цене на нефть:

$$\Delta D_{\text{тн}} = B_{\text{н}} \Delta G_{\text{тн}} = B_{\text{н}} G_{\text{тн}}^{\text{баз}} \left( \frac{X_{\text{тн}}^{\text{ср}}}{X_{\text{тн}}^{\text{баз}}} - 1 \right), \quad \text{ман.}, \quad (8)$$

где:  $B_{\text{н}}$  – цена товарной нефти.

То же в расчете на одну горизонтальную скважину:

$$\Delta D_{\text{тн}}^{\text{скв}} = \frac{C_{\text{н}} \Delta G_{\text{тн}}}{K_{\text{скв}}} \left( \frac{X_{\text{тн}}^{\text{ср}}}{X_{\text{тн}}^{\text{баз}}} - 1 \right), \quad \text{ман.}, \quad (9)$$

где:  $K_{\text{скв}}$  – количество скважин на месторождении.

При меняющейся цене на нефть общая выручка за дополнительную нефть из месторождения:

$$\Delta D_{\text{тн}} = \sum_{i=1}^{q_m} (D_{\text{тн},i}^{\text{ср}} - D_{\text{тн},i}^{\text{баз}}) = \sum_{i=1}^{q_m} [B_{\text{н},i} (G_{\text{тн},i}^{\text{ср}} - G_{\text{тн},i}^{\text{баз}})], \quad \text{ман.}, \quad (10)$$

где:  $i$  – порядковый номер года с начала работы горизонтальных скважин;

$q_m$  – срок работы месторождения, лет.

- В случае бурения горизонтальных стволов из старых скважин стоимость их проводки может быть определена как:

$$M_{\text{гс}} \leq (\Delta D_{\text{тн},i} - M_{\text{тн}}), \quad \text{ман.}$$

где:  $M_{\text{тн}}$  – себестоимость получения товарной нефти из добытой на скважинах с горизонтальными стволами (по затратам на обслуживание скважин, сбор и доведение нефти до товарной кондиции).

Если добывающему предприятию оставить  $f(\Delta D_{\text{тн}} - M_{\text{тн}})$  где  $f < 1$ , то стоимость горизонтального бурения:

$$M_{\text{ГС}} = (1 - f)(\Delta D_{\text{тн}} - M_{\text{тн}}), \text{ ман.} \quad (11)$$

- В случае бурения горизонтальных скважин для освоения месторождения, ресурсы которого обычными способами разработки не удастся перевести в запасы и реализовать:

$$M_{\text{ГС}} = (\sum D_{\text{тн}} - \sum M_{\text{тн}})(1 - f), \text{ ман.} \quad (12)$$

где:  $\sum M_{\text{тнм}}$  – себестоимость получения товарной нефти по всем затратам кроме затрат на строительство скважин, ман;

$\sum D_{\text{тн}}$  – полная выручка за нефть, ман.

В условиях самокупаемости и самофинансирования необходимо учитывать, что выручка за товарную нефть поступает позднее, чем оплачивается законченная строительством скважина. Срок эксплуатации месторождения достаточно велик и фактор времени необходимо учитывать. При этом

$$M_{\text{ГС}} = \sum_{i=1}^{q_m} [(D_{\text{тн},i} - M_{\text{тнм},i}) D_i (1 - f)], \text{ ман.} \quad (13)$$

где:  $P_i$  – коэффициент дисконтирования (скидки со стоимости, учитывая фактор времени) для  $i$ - того года с начала отсчета.

В качестве момента начала отсчета может быть взят, например, момент оплаты по сроку средней оплаты) законченной строительством скважины.

$q_m$  – время окончания эксплуатации месторождения с начала отсчета.

Величина коэффициента дисконтирования:

$$P_i = \frac{1}{(1 + n : 100)^{i-1}}, \quad (14)$$

где:  $n$  – ссудная банковская ставка в процентах на год.

Предполагается, что величина  $n$  устойчива в пределах  $q_m$ .

В расчете на одну скважину:

$$M_{\text{ГС}}^{\text{скв}} = \frac{M_{\text{ГС}}}{K_{\text{скв}}}, \text{ ман/скв.} \quad (15)$$

где:  $K_{\text{скв}}$  - количество скважин на месторождение.

### **Вариант III. Повышение дебита скважин без изменения коэффициента нефтеотдачи и количества скважин**

В этом случае экономическая целесообразность горизонтального бурения определяется ускоренной реализацией (получение выручки) товарной нефти. Помимо этого фактора, связанного со временем, уменьшаются затраты по добыче нефти и ее приведению к товарным кондициям вследствие сокращения срока эксплуатации месторождения. Одновременно несколько увеличиваются капитальные затраты по обустройству месторождения (за вычетом строительства скважин) из-за увеличения максимальной величины суммарного суточного дебита, а, следовательно, повышения проектной производительности промышленных объектов по сбору и промысловой обработке продукции скважин, средствам поддержания пластового давления и др.

Выручка за нефть в  $i$ -том году обозначим  $V_{\text{тн},i}$

Себестоимость добычи нефти в том же году по всем затратам, за исключением оплаты строительства скважин, обозначим  $M_{\text{тн},i}$

Тогда сумма, которую можно выделить на оплату законченных строительством скважин в момент начала отсчета (например, в середине периода строительства скважин при горизонтальных скважинах):

$$M_{\text{ГС}} = (1 - f)^{q_m} \sum_{i=1}^{q_m} [P_i (D_{\text{тн},i}^{\text{сп}} - G_{\text{тн},i}^{\text{сп}})], \text{ ман.} \quad (16)$$

То же при обычных скважинах:

$$M_{oc} = (1-f)^{qm} \sum_{i=1}^{q_{м}^{баз}} [P_i (D_{тн,i}^{баз} - G_{тн,i}^{баз})], \text{ ман.} \quad (17)$$

Выручка за нефть в  $i$ -том году:

$$D_{тн,i} = q_{дн,i} \cdot X_{тн} \cdot B_{н,i} \cdot K_i \cdot W_i, \text{ ман/год,} \quad (18)$$

где:  $q_{дн,i}$  – средний суточный дебит нефти в расчете на одну скважину в  $i$ -том году, т/сут·скв.,

$K_i$  – количество законченных строительством скважин на  $i$ -тый год, скв;

$W_i$  – количество дней в году, шт;

$B_{н,i}$  – цена товарной нефти в  $i$  – том году (добывающее предприятие), ман/т.

В первом приближении принимаем:

$$D_{тн,i}^{cp} = \frac{q_{дн,i}^{cp}}{q_{дн,i}^{баз}} \cdot D_{тн,i}^{баз}, \text{ ман/год;}$$

$$M_{тн,i}^{cp} = \frac{q_{дн,i}^{cp}}{q_{дн,i}^{баз}} \cdot M_{тн,i}^{баз}, \text{ ман/год;}$$

Принимая  $q_{дн,i}^{cp} \cdot q_{дн,i}^{баз} = A = \text{Const}$  в пределах  $q_{м}^{cp}$ , имеем:

$$M_{тн} - M_{oc} = (1-f) \left\{ A \sum_{i=1}^{q_{м}^{cp}} [P_i (D_{тн,i}^{баз} - G_{тн,i}^{баз})] - \sum_{i=1}^{q_{м}^{cp}} [P_i (D_{тн,i}^{баз} - G_{тн,i}^{баз})] \right\}, \text{ ман.} \quad (19)$$

Стоимость одной горизонтальной скважины при этом:

$$M_{тн}^{скв} = \left( \frac{M_{тн} - M_{oc}}{K_{скв}} \right) + M_{oc}^{скв}, \text{ ман.} \quad (20)$$

**Вариант IV. Горизонтальное бурение повышает дебит и увеличивает коэффициент нефтеотдачи, а также позволяет расширить сетку размещения скважин.**

Среднесуточный дебит скважины по базе сравнения:

$$q_{дн}^{баз}, \text{ т/сут.}$$

То же по горизонтальной скважине:

$$q_{дн}^{cp} = A \cdot q_{дн}^{баз}, \text{ т/сут.}$$

Среднесуточный дебит по месторождению, если величина  $A$  средневзвешена по месторождению:

$$\sum q_{дн}^{баз} = q_{дн}^{баз} \cdot K_{скв}^{баз}, \text{ т/сут.}$$

$$\sum q_{дн}^{cp} = q_{дн}^{баз} \cdot K_{скв}^{cp}, \text{ т/сут.}$$

Годовое количество добытой нефти в  $i$  – том году:

$$Qq_{дн,i}^{баз} = q_{дн}^{баз} \cdot K_{скв,i}^{баз} \cdot W, \text{ т/год.}$$

$$Qq_{дн}^{cp} = Aq_{дн}^{баз} \cdot K_{скв}^{cp} \cdot W, \text{ т/год.}$$

Годовое количество товарной нефти:

$$Qq_{тн,i}^{баз} = q_{дн,i}^{баз} \cdot X_{тн}, \text{ т/год.}$$

$$Qq_{тн}^{cp} = q_{дн}^{cp} \cdot X_{тн}, \text{ т/год.}$$

Выручка за нефть (с учетом дисконтирования) за весь период эксплуатации месторождения:

$$D_{тн}^{баз} = WX_{тн} \sum_{i=1}^{q_{м}^{баз}} (B_{тн} \cdot q_{дн,i}^{баз} \cdot K_{скв,i}^{баз} \cdot P_i), \text{ ман.}$$

$$D_{тн}^{cp} = WX_{тн} \sum_{i=1}^{q_{м}^{cp}} (B_{тн,i} \cdot q_{дн,i}^{баз} \cdot K_{скв,i}^{cp} \cdot P_i), \text{ ман.}$$

Разность между выручкой за нефть и себестоимостью ее добычи (с доведением до товарных кондиций) по всем видам затрат на строительство скважин может быть выражена с учетом дисконтирования как:

$$\Delta^{баз} = \sum_{i=1}^{qm^{баз}} P_i (WX_{тн} \cdot B_{тн,i} \cdot q_{дн,i}^{баз} \cdot K_{скв,i}^{баз} - G_{тн,i}^{баз}), \text{ ман.} \quad (21)$$

для базы сравнения и:

$$\Delta^{ср} = \sum_{i=1}^{qm^{ср}} P_i (WX_{тн} \cdot B_{тн,i} \cdot q_{дн,i}^{ср} \cdot K_{скв,i}^{ср} - G_{тн,i}^{ср}), \text{ ман.} \quad (22)$$

где:  $G_{тн,i}$  – себестоимость добычи нефти (включая промышленную обработку продукции скважин) по всем видам затрат, кроме затрат на строительство скважин в  $i$ -том году.

На оплату законченных строительством скважин может быть выделено в случае горизонтального бурения:

$$M_{гс} = (1 - f) \Delta^{ср}, \text{ ман.} \quad (23)$$

Стоимость одной горизонтальной скважины:

$$M_{гс}^{скв} = (1 - f) \Delta^{ср} : K_{скв}^{ср}, \text{ ман/скв;} \quad (24)$$

здесь:  $f$  – доля от величины  $\Delta^{ср}$ , остающаяся у добывающего предприятия. Например, при  $f = 0,5$  у добывающего.

Величина возможного удорожания горизонтальной скважины по сравнению со стоимостью скважины по базе сравнения может быть оценена в первом приближении при допущении одинаковой величины  $f$  для обоих сопоставляемых случаев. Тогда стоимость одной скважины по базе сравнения:

$$M_{ос}^{скв} = (1 - f) \Delta^{баз} : K_{скв}^{баз}, \text{ ман/скв;} \quad (25)$$

Разность выражений (24) и (25):

$$M_{гс}^{скв} - M_{ос}^{скв} = (1 - f) \left( \frac{\Delta^{ср}}{K_{скв}^{ср}} - \frac{\Delta^{баз}}{K_{скв}^{баз}} \right), \quad (26)$$

Если отношение количества скважин для обоих случаев может быть принято обратно пропорциональным площади ‘‘квадрата’’ в сетке размещения скважин, то:

$$M_{гс}^{скв} - M_{ос}^{скв} = \frac{1 - f}{K_{скв}^{баз}} = \left( \frac{R^{ср}}{R^{баз}} \Delta^{ср} - \Delta^{баз} \right), \quad (27)$$

При определении величины  $\Delta^{ср}$  и  $\Delta^{баз}$  с учетом дисконтирования важное значение имеет точка отсчета времени. В качестве точки отсчета может быть принято время первой оплаты добывающим предприятием стоимости законченной строительством скважин. Такой подход ориентирует на ускорение осуществления программы бурения и ускорение начала добычи на месторождении (или его части).

Представленные методологические подходы к оценке экономической целесообразности применения горизонтального бурения позволяют осуществить количественные расчеты. Такие расчеты требуют использования в качестве исходных данных технико-экономических показателей по добыче нефтяного сырья, что выходит за рамки настоящей работы. Вместе с тем приведенные уравнения могут быть использованы буровыми предприятиями, равно как и добывающими предприятиями, для решения своих хозяйственных задач в связи с появлением в мире новой прогрессивной технологии разработки месторождений.

#### Список литературы / References

1. Гулатаров Х., Деряев А.Р., Еседулаев Р.Э. Особенности технологии бурения горизонтальных скважин способом электробурения (Монография). Наука, Ашгабат, 2019. Стр. 276-301.