

УДК 550.83+553.982.23

ГЕОФИЗИКА

Ш. А. ГУБЕРМАН, М. Л. ИЗВЕКОВА

О ВЫДЕЛЕНИИ ГОРИЗОНТОВ И ОПРЕДЕЛЕНИИ ВОДО-НЕФТЯНОГО КОНТАКТА В МНОГОПЛАСТОВОЙ ЗАЛЕЖИ НЕФТИ ПО ГЕОФИЗИЧЕСКИМ ДАННЫМ

(Представлено академиком М. А. Садовским 9 XI 1971)

В работе рассматриваются возможности использования вычислительных машин для установления границ между отдельными горизонтами нефтяного месторождения и определения положения водо-нефтяного контакта (ВНК) в каждом горизонте. Установление границ горизонтов сильно облегчается, когда корреляция разрезов скважин по геофизическим данным не представляет труда. Тогда достаточно небольшого числа опробований для надежного выделения горизонтов. В случае, когда границы горизонтов установлены, имеются весьма эффективные методы определения ВНК по данным каротажа с помощью алгоритмов, использующих программы узнавания (¹, ²).

В более сложных геологических условиях обе эти задачи решаются параллельно. В процессе изучения месторождения и опробования новых скважин изменяются как предполагаемые границы горизонтов, так и предполагаемая отметка ВНК. При этом каждый раз границы горизонтов изменяются так, чтобы результаты опробований согласовались с предположением о наличии единого ВНК внутри каждого горизонта. Чем сильнее литологическая изменчивость разреза, чем существеннее тектонические нарушения, тем большее число опробований приходится проводить для определения границ горизонтов и ВНК.

Ниже рассматриваются возможности более точного выделения горизонтов и определения ВНК в многопластовых залежах со сложной структурой на ранней стадии разведки, когда границы горизонтов обычными методами установлены еще недостаточно надежно.

Задача решалась на примере горизонтов VIII^a, VIII^b, IX, X, XI месторождения Жетыбай. Границы горизонтов, установленные к 1967 г., показаны на рис. 1. К этому времени было опробовано по 2—5 пластов в каждом горизонте. Задача установления ВНК по данным каротажа в каждом горизонте решалась по алгоритму, описанному в (³).

При решении задачи определения ВНК по этой программе каждый пласт описывался стандартным набором геофизических параметров. Программа определяет нефтеносность каждого пласта и по каждому горизонту выдает абсолютную отметку ВНК. На рис. 1 представлены результаты работы программы по перечисленным горизонтам. В каждой скважине отмечены интервалы залегания тех пластов, которые были использованы в программе определения ВНК (глубины пластов даны в абсолютных отметках). На схеме (рис. 1) отмечены также границы горизонтов, установленные в разное время геологами. Порядок расположения скважин на схеме определялся абсолютной отметкой кровли VIII^a горизонта: рядом располагались скважины, имеющие близкие абсолютные отметки по этому горизонту; при движении по схеме слева направо мы переходим от скважин, расположенных в куполе, к скважинам, расположенным на крыльях структуры. Освобождение от части информации (положение скважины на

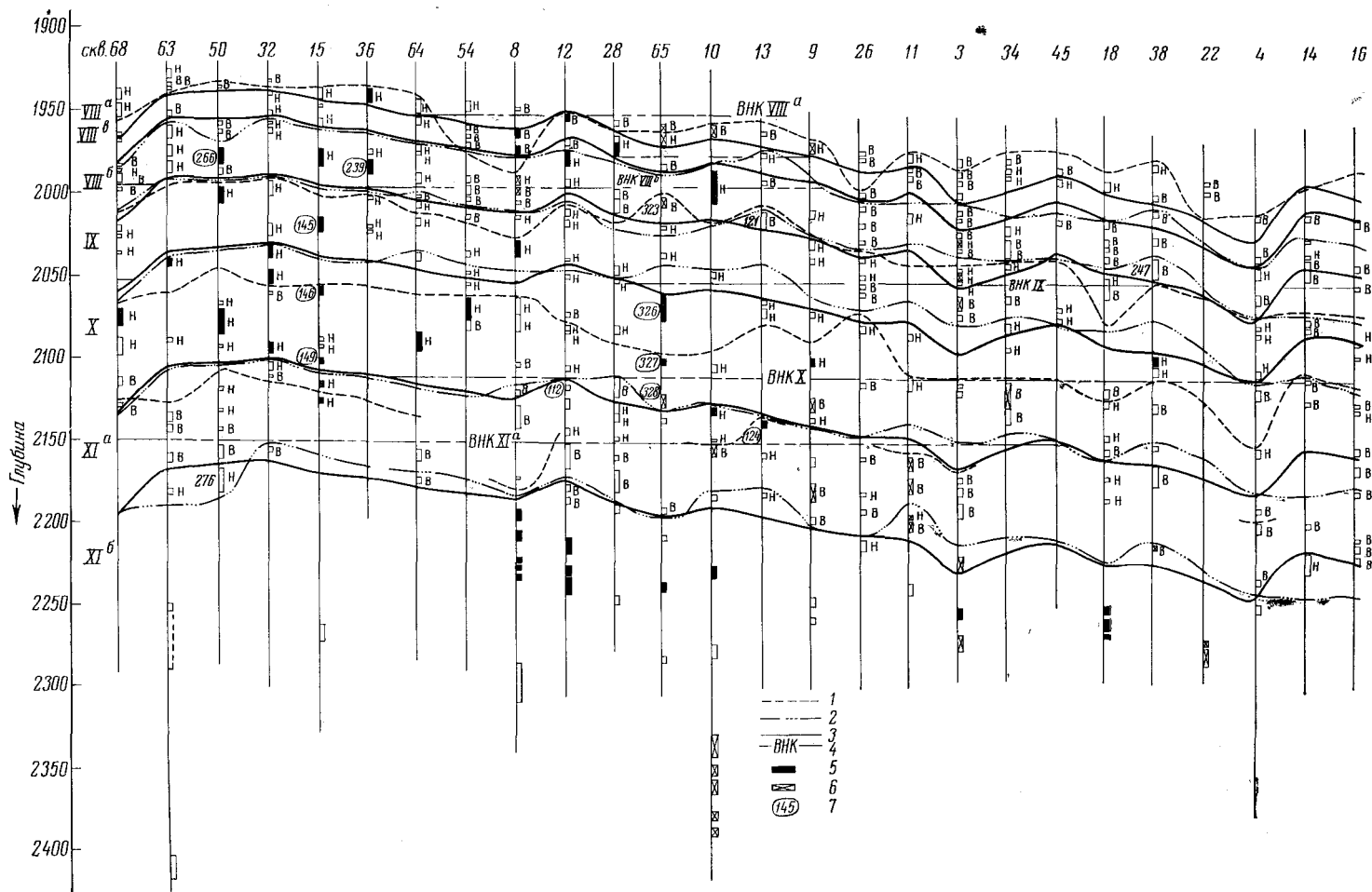


Рис. 1. 1 — границы горизонтов к 1966 г.; 2 — границы горизонтов к 1967 г.; 3 — предлагаемые авторами границы горизонтов; 4 — уровень ВНК; 5 — пласты, давшие приток нефти; 6 — пласты, давшие приток воды; 7 — пласты, использованные для проверки схемы

структуре) делает более наглядной имеющуюся информацию о положении ВНК и границах горизонтов.

С помощью указанного выше алгоритма машина во всех горизонтах (за исключением горизонта VIII) уверенно определила ВНК, которые не противоречат результатам опробований. В этих горизонтах машина сделала мало ошибок (если исходить из принятого ВНК и принятых границ горизонтов), поэтому результаты интерпретации в каждом пласте можно считать достаточно надежными. Это справедливо особенно по отношению

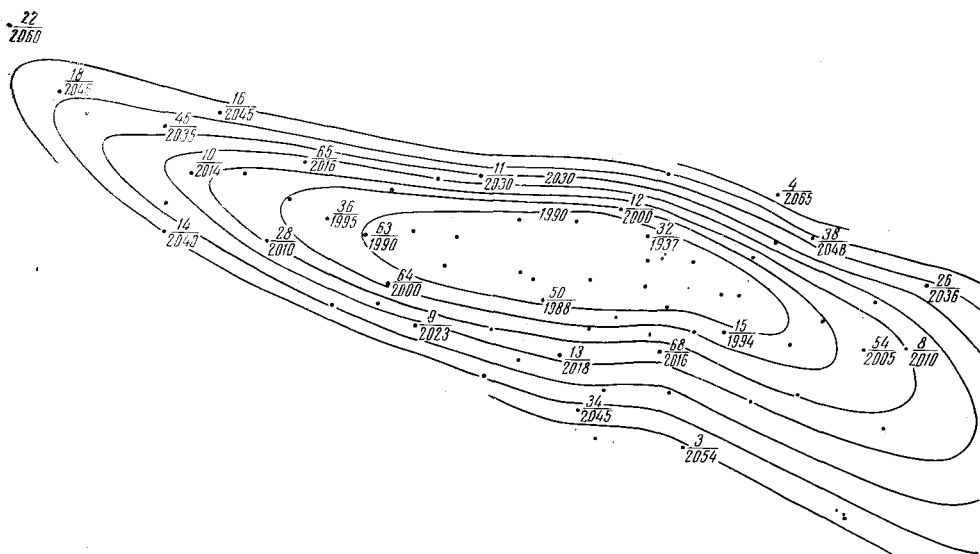


Рис. 2. Структурная карта по кровле IX горизонта месторождения Жетыбай

к пластам большой мощности, определение нефтеносности которых вообще редко оказывается ошибочным.

В связи с этим привлекают внимание результаты машинной интерпретации, например, в пластах большой мощности: 323 (скв. 65), 121 (скв. 13), 247 (скв. 38). Все эти пласты находятся в кровле IX горизонта и выше ВНК, но программой уверенно относятся к водоносным пластам. Пласт 276 (скв. 50) лежит в подошве XI^а горизонта и ниже ВНК, а машиной уверенно относится к нефтеносным пластам. Все эти противоречия между машинной интерпретацией и положением ВНК в соответствующих горизонтах можно легко устранить, если предположить, что эти пласты не принадлежат указанным горизонтам, а именно: пласты 323, 121 и 247 можно было бы отнести к VIII^б горизонту, а пласт 276 — к XI^б. (Заметим, что геологи изменяют границы горизонтов в процессе разведки месторождения, когда данные новых опробований не соответствуют принятой к тому моменту схеме горизонтов. Так, до опробования пласта 323 в скв. 65 считалось, что он лежит в кровле горизонта IX выше ВНК, и поэтому предполагалось, что он нефтеносен. После того как в результате опробования из этого пласта была получена вода, кровля горизонта IX была перенесена на 12 м ниже; в результате этот пласт оказался в подошве вышележащего горизонта ниже отметки ВНК этого горизонта.)

При рассмотрении рис. 1 привлекает внимание и то, что в пределах площади довольно резко изменяются мощности выделенных горизонтов, например, в IX горизонте от 20 до 50 м, что также увеличивает сомнения в достоверности установленных границ. Мы попытались изменить границы горизонтов так, чтобы выделенные горизонты удовлетворяли двум требованиям: 1) мощности горизонтов должны быть постоянными и 2) число противоречий результатов машинной интерпретации (или данных опробо-

ваний) с положением ВНК, принятым в данном горизонте, должно быть достаточно малым. Это оказалось возможным.

Границы горизонтов, выделенные исходя из указанных критериев, можно подвергнуть некоторым логическим проверкам.

1) Иным образом выделить горизонты, удовлетворяющие двум указанным выше требованиям, не удастся.

2) Подтверждением правильности полученных границ горизонтов может служить структурная карта, построенная на основе новых границ (рис. 2). Так как границы горизонтов устанавливались в каждой скважине вне зависимости от ее положения на структуре и положения границ горизонтов в соседних скважинах, то вовсе не было гарантии, что удастся построить приемлемую с геологической точки зрения карту (могло, например, оказаться, что абсолютные отметки скачут от скважины к скважине). В действительности, построенная структурная карта получилась много проще карты, принятой к тому времени геологами. Это еще один довод в пользу новых границ, так как во всех случаях желательно выбрать наиболее простое решение, не вступающее в противоречие с фактическими данными. Всевозможные усложнения имеет смысл вводить, когда нельзя объяснить имеющиеся факты простыми гипотезами.

3) В нашем распоряжении имелось некоторое число опробованных пластов, принадлежность которых к тому или иному горизонту не была установлена; они не были использованы при составлении схемы, а использовались для фактической проверки предложенной схемы. Как видно на рис. 1, 7 все эти пласты так располагаются относительно границ горизонтов и ВНК, что не возникает ни одного противоречия.

Таким образом, предложенные границы горизонтов выдерживают целый ряд проверок. Приведенные результаты по установлению границ горизонтов и определению ВНК получены, исходя из общих принципов без использования конкретных геологических особенностей района. Поэтому предложенный метод может быть использован и на других месторождениях с многопластовыми залежами.

Наконец, заметим, что определение ВНК в каждом из горизонтов в отдельности оказалось возможным лишь при рассмотрении всей совокупности горизонтов рассматриваемой залежи. Иначе говоря, решение локальной задачи было получено лишь как результат решения более общей задачи.

Институт прикладной математики
Академии наук СССР
Москва

Поступило
22 X 1971

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Ш. А. Губерман, М. Л. Извекова и др., ДАН, 154, № 5 (1964). ² М. М. Бонгард и др., Геология и геофизика, № 6 (1966). ³ Ш. А. Губерман, И. М. Чуринова, Сборн. Применение математических методов в геологии, Алма-Ата, 1968.