

УДК 550.8.05
МРНТИ 38.19.19

DOI: <https://doi.org/10.54859/kjogi108643>

Получена: 20.04.2023.

Одобрена: 21.06.2023.

Опубликована: 30.06.2023.

Оригинальное исследование

Обзор методов сейсмостратиграфической привязки в условиях ограниченного или некондиционного набора исходных скважинных данных

Ж.А. Санатова, Д.Т. Калиев

КМГ Инжиниринг, г. Астана, Казахстан

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Привязка скважин является неотъемлемой частью сейсмической интерпретации как на этапе структурного, так и динамического анализа. Привязка сейсмических и скважинных данных – это критически важный процесс, позволяющий увязать геологические объекты, выделенные по материалам сейсморазведочных работ, с фактическими данными, полученными из скважин, т.к. он основывается на связи между литологическим составом отложений, слагающих изучаемый разрез, и характеристикой отражений. Сейсмические данные в большинстве случаев представлены во временном масштабе, тогда как скважинные данные – в глубинном, и для их калибровки необходимо подобрать скоростной закон и установить соотношение «время – глубина».

Цель. В данной статье поставлена задача углубить понимание важности проведения качественного контроля исходных скважинных данных для улучшения результата сейсмостратиграфической привязки и повышения эффективности геологоразведочных работ, а также предложить методы, позволяющие повысить качество и эффективность привязки.

Материалы и методы. Описаны способы корректировки показаний акустического каротажа, приведены различные алгоритмы проведения привязки сейсмических и скважинных данных.

Результаты. В работе рассмотрены причины искажений значений исходных скважинных данных, примеры анализа качества данных, предложены варианты, как в условиях ограниченного либо изначально некондиционного набора исходных данных провести сейсмостратиграфическую привязку и получить достоверные глубинно-скоростные зависимости по скважинам.

Заключение. Проведение контроля качества и при необходимости коррекции исходных скважинных данных является критически важным этапом для повышения точности итоговых результатов сейсмической интерпретации. Важно отметить, что даже при ограниченности и низком качестве входных данных возможно получить глубинно-временные зависимости. Однако результаты работ показывают, что редактирование и внесение поправок в исходные каротажные диаграммы значительно повышают качество и детальность сейсмостратиграфической привязки.

Ключевые слова: сейсмостратиграфическая привязка, вертикальное сейсмическое профилирование, акустический каротаж, зависимость «время – глубина», контроль качества, редактирование кривых, алгоритм привязки, пластовые скорости, годограф.

Как цитировать:

Санатова Ж.А., Калиев Д.Т. Обзор методов сейсмостратиграфической привязки в условиях ограниченного или некондиционного набора исходных скважинных данных // *Вестник нефтегазовой отрасли Казахстана*. 2023. Том 5, №2. С. 5–16. DOI: <https://doi.org/10.54859/kjogi108643>.

UDC 550.8.05
CSCSTI 38.19.19

DOI: <https://doi.org/10.54859/kjogi108643>

Received: 20.04.2023.

Accepted: 21.06.2023.

Published: 30.06.2023.

Original article

Overview of seismic stratigraphic referencing methods in conditions of limited or substandard set of initial well data

Zhaniya A. Sanatova, Dias T. Kaliyev

KMG Engineering, Astana, Kazakhstan

ANNOTATION

Background: Well tying is an integral part of seismic interpretation both at the stage of structural and dynamic analysis. Linking seismic and well data is a critical process that allows you to link geological objects identified from seismic data with actual data obtained from wells, because it is based on the relationship between the lithological composition of the deposits that make up the section under study and the characteristics of the reflections. Seismic data are in most cases presented on a time scale, while well data are on a depth scale, and in order to calibrate them, it is necessary to select a velocity law and establish a time-depth relationship.

Aim: This article aims to deepen the understanding of the importance of quality control of initial well data to improve the result of seismic stratigraphic tying and increase the efficiency of geological exploration, as well as to propose methods to improve the quality and efficiency of tying.

Materials and methods: Methods for correcting the readings of acoustic logging are described, various algorithms for tying seismic and well data are given.

Results: The paper considers the reasons for the distortion of the values of the initial well data, examples of data quality analysis, suggests options for how to conduct a seismic stratigraphic tie in the conditions of a limited or initially substandard set of initial data and obtain reliable depth-velocity dependences for wells.

Conclusion: Conducting quality control and, if necessary, correcting the original well data is a critical step to improve the accuracy of the final results of seismic interpretation. It is important to note that even with limited and low quality input data, it is possible to obtain depth-time dependencies. However, the results of the work show that editing and amending the original logs significantly improve the quality and detail of the seismic stratigraphic tie.

Keywords: *seismostratigraphic referencing, vertical seismic profiling, acoustic logging, time-depth relationship, quality control, curve editing, referencing algorithm, reservoir velocities, hodograph.*

To cite this article:

Sanatova ZA, Kaliyev DT. Overview of seismic stratigraphic referencing methods in conditions of limited or substandard set of initial well data. *Kazakhstan journal for oil & gas industry*. 2023;5(2):5–16.

DOI: <https://doi.org/10.54859/kjogi108643>.

ӨОЖ 550.8.05
ГТАХР 38.19.19

DOI: <https://doi.org/10.54859/kjogi108643>

Қабылданды: 20.04.2023.

Мақұлданды: 21.06.2023.

Жарияланды: 30.06.2023

Түпнұсқа зерттеу

Бастапқы ұңғыма деректерінің шектеулі немесе жарамсыз жиынтығы жағдайындағы сейсмостратиграфиялық байланыстыру әдістеріне шолу

Ж.А. Санатова, Д.Т. Қалиев

ҚМГ Инжиниринг, Астана қаласы, Қазақстан

ТҮЙІНДЕМЕ

Негіздеу. Ұңғымаларды байланыстыру құрылымдық және динамикалық талдау кезеңінде де сейсмикалық интерпретацияның ажырамас бөлігі болып табылады. Сейсмикалық және ұңғымалық деректерді байланыстыру-бұл сейсмикалық барлау жұмыстарының материалдары бойынша бөлінген геологиялық объектілерді ұңғымалардан алынған нақты деректермен байланыстыруға мүмкіндік беретін маңызды процесс, өйткені ол зерттелетін бөлімді құрайтын шөгінділердің литологиялық құрамы мен шағылысу сипаттамасы арасындағы байланысқа негізделген. Сейсмикалық деректер көп жағдайда уақыт шкаласында, ал ұңғыма деректері тереңде және оларды калибрлеу үшін жылдамдық заңын таңдап, «уақыт – тереңдік» қатынасын орнату қажет.

Мақсаты. Бұл мақалада сейсмостратиграфиялық байланыстыру нәтижесін жақсарту және геологиялық барлау жұмыстарының тиімділігін арттыру үшін бастапқы ұңғымалық деректерге сапалы бақылау жүргізудің маңыздылығын түсінуді тереңдету, сондай-ақ байланыстыру сапасы мен тиімділігін арттыруға мүмкіндік беретін әдістерді ұсыну міндеті қойылған.

Материалдар мен әдістер. Акустикалық каротаж көрсеткіштерін түзету әдістері сипатталған, сейсмикалық және ұңғыма деректерін байланыстырудың әртүрлі алгоритмдері келтірілген.

Нәтижелері. Жұмыста бастапқы ұңғыма деректерінің мәндерінің бұрмалану себептері, деректер сапасын талдау мысалдары қарастырылады, бастапқы деректердің шектеулі немесе жарамсыз жиынтығы жағдайындағы сейсмостратиграфиялық байланыстыруды жүргізу және ұңғымалар бойынша сенімді терең жылдамдықты тәуелділіктерді алу нұсқалары ұсынылған.

Қорытынды. Сапаны бақылау және қажет болған жағдайда бастапқы ұңғыма деректерін түзету сейсмикалық интерпретацияның қорытынды нәтижелерінің дәлдігін арттырудың маңызды кезеңі болып табылады. Кіріс деректерінің шектеулі және сапасы төмен болса да, терең уақыттық тәуелділіктерді алуға болатынын ескеру маңызды. Дегенмен, жұмыс нәтижелері бастапқы каротаж диаграммаларын өңдеу және түзету сейсмостратиграфиялық байланыстың сапасы мен егжей-тегжейін айтарлықтай жақсартатынын көрсетеді.

Негізгі сөздер: *сейсмостратиграфиялық байланыстыру, тік сейсмикалық профиліндеу, акустикалық каротаж, уақыт – тереңдік тәуелділігі, сапаны бақылау, қисықтарды редакциялау, байланыстыру алгоритмі, қабат жылдамдығы, годограф.*

Дәйексөз келтіру үшін:

Санатова Ж.А., Қалиев Д.Т. Бастапқы ұңғыма деректерінің шектеулі немесе жарамсыз жиынтығы жағдайындағы сейсмостратиграфиялық байланыстыру әдістеріне шолу // *Қазақстанның мұнай-газ саласының хабаршысы*. 2023. 5 том, №2, 5–16 б. DOI: <https://doi.org/10.54859/kjogi108643>.

Введение

Стратиграфическая привязка скважин к сейсмическим данным является неотъемлемым этапом работ по сейсмической интерпретации. Данная операция позволяет отобразить скважинные данные, записанные в глубине, во временной области, что является важным для определения целевых сейсмических горизонтов. При проведении динамического анализа от качества привязки скважин к сейсмике напрямую зависит надёжность извлечения упругих свойств и прогнозирования геологических характеристик разреза. Для достоверной стратиграфической привязки и корректного анализа геолого-геофизических материалов необходим скоростной закон, который позволит откалибровать временные и глубинные данные между собой.

Существует несколько способов получения скоростного закона по изучаемой площади: региональные годографы, данные вертикального сейсмического профилирования (далее – ВСП) или сейсмокаротажа по скважинам, кривые акустического каротажа продольных волн (далее – АК). Самый идеальный сценарий, при котором можно рассчитать наиболее надёжную и детальную глубинно-скоростную зависимость, получается при одновременном использовании замеров ВСП и АК. Однако, к сожалению, на большинстве площадей ВСП не проводится, АК обычно записывается не по всему разрезу и не во всех скважинах, а качество иногда непригодно для проведения привязки.

Контроль качества данных

Детальность и корректность сеймостратиграфической привязки сильно зависят от исходных данных. Исходными данными для привязки являются чекшот (ВСП, сейсмокаротаж), кривые АК и плотностного каротажа. Прежде чем приступить к самому процессу привязки, необходимо провести анализ кривых геофизических исследований скважин (далее – ГИС) и чекшотов и исключить возможные проблемы, связанные с их некондиционным качеством, влияющим на финальные глубинно-временные зависимости.

Зависимости «время – глубина», вычисленные отдельно по ВСП и акустике,

должны согласовываться друг с другом, и разница между ними в этом случае будет минимальна или равняться нулю. Однако данные глубинно-временные зависимости имеют различия, что продемонстрировано на рис. 1, где мы видим, как одной глубине соответствуют различные значения двойного времени пробега волны: двойное время, полученное из ВСП (зелёная линия), выше, чем по акустике (синяя линия). Это происходит по нескольким причинам [1]:

- во-первых, результаты ВСП могут быть искажены из-за бракованных пунктов взрыва, срывов записей циклов, погрешностей в определении времени прихода волн, некорректной обработки и интерпретации данных;

- во-вторых, замеры АК проводятся в радиусе не более 0,5–1 м от скважины, а данная зона подвергается наибольшему влиянию в процессе бурения в виде размывов стенок скважины, особенно в терригенном разрезе. По этой причине замеренные значения скорости искажаются и могут не соответствовать истинным значениям. Результаты кавернометрии (далее – CALI), показывающие изменение фактического диаметра скважины от глубины, помогают определить наличие зон размыва, сильно влияющих на качество АК;

- в-третьих, скорости упругих волн по ВСП/сейсмокаротажу и акустике изначально не совпадают из-за имеющегося эффекта дисперсии и различных внутрискважинных условий. Помимо этого, при проведении АК применяются более высокочастотные звуковые импульсы, что делает скорости, записанные по данным акустики, быстрее скоростей из ВСП.

В этой связи еще до расчёта синтетики в первую очередь необходимо провести контроль качества данных АК и ВСП, особенно для крупного месторождения с большим количеством скважин, оценить, насколько имеющаяся между ними разница критична, устойчива ли эта разница от скважины к скважине, и провести калибровку.

Калибровка АК и ВСП (или дрейф-анализ) позволяет скорректировать разницу в замеренном времени между АК и ВСП и определить первоначальную зависимость «время – глубина». Данные ВСП максимально приближены к показателям сейсмических съемок

в отношении скоростных и частотных характеристик с относительно невысокой разрешающей способностью. С другой стороны, АК предлагает большую детализацию, но его скорости могут отличаться от сейсмических. Помимо этого, АК обычно не записывается от земной поверхности по всему стволу скважины, в большинстве случаев запись ведётся только в продуктивном интервале. По этой причине скорости пород выше данного интервала неизвестны.

К сожалению, откалибровать данные АК и ВСП или сейсмокаротажа удается не всегда и приходится делать выбор только в пользу одного из них. Этому есть несколько причин: разница между данными слишком значительна, либо скорости по АК слишком занижены по сравнению с ВСП, либо разница непостоянна и меняется от скважины к скважине. Все три случая показаны на примерах ниже.

На рис. 2 представлено интервальное время пробега волны по АК (оранжевого цвета) и ВСП (синего цвета) на примере четырёх скважин одного месторождения. На рисунке отчетливо наблюдается разница в значениях акустики и ВСП в интервалах сильного размыва стенок скважин, соответствующего увеличенному диаметру скважины по CALI.

На рис. 3 показано изменение интервальных скоростей в зависимости от глубины, полученное из оригинальной акустики (оранжевого цвета) и ВСП (синего цвета) в скважине А-1. Как видно на рисунке, интервальные скорости, полученные из АК, почти по всему разрезу характеризуются более низкими показаниями по сравнению со скоростями из ВСП. Разница на представленном примере варьируется от -600 м/с на уровне -800–1000 м до +700 м/с на -1400–1600 м, что, в свою очередь, в дальнейшем окажет сильное влияние на результирующую глубинно-временную зависимость и приведёт к некорректной привязке сейсмических и скважинных данных, что наглядно продемонстрировано на рис. 4.

Пробуренная скважина А-1 вскрывает отложения юры и триаса, а V отражающий горизонт (на разрезе представлен розовым цветом) является границей между двумя стратиграфическими комплексами. Продуктивные горизонты Ю-1–Ю-5 – среднеюрские, Ю-6 и Ю-7 – нижнеюрские, а горизонт Т соответствует

кровле триаса. На рис. 4 представлен сейсмический временной разрез с результатами привязки, выполненной с использованием скоростей оригинальной, не очищенной акустики (а) и интервальных скоростей из ВСП (б). Проведя контроль качества исходных данных, мы понимаем, что значения скоростей из АК сильно занижены по сравнению с ВСП, и, как результат, скважина «садится» гораздо ниже положенного (а), что отчетливо видно по отбивкам горизонтов Ю-6, Ю-7 и Т, где разница с привязкой по данным ВСП (б) составляет 48, 62 и 66 м соответственно. Отметим, что ошибка имеет накопительный эффект, увеличиваясь с глубиной с 0–3 мс в интервале горизонтов Ю-1 и Ю-2 до 66 мс в триасе.

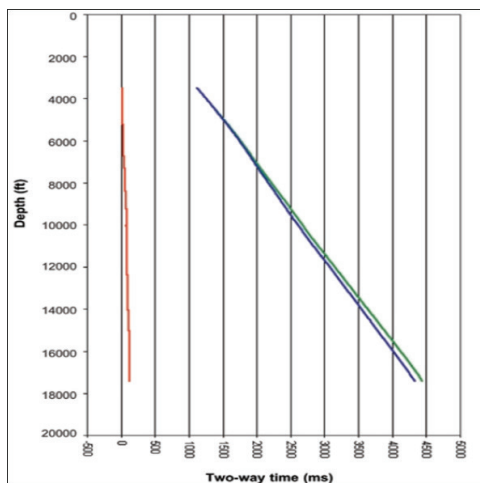


Рисунок 1. Зависимость «время – глубина», рассчитанная из ВСП (зеленая линия) и акустики (синяя), красная – разница между двумя зависимостями [1]
Figure 1. Two-way time – Depth dependence calculated from VSP (green line) and acoustics (blue), red - the difference between the two dependences [1]

В случае отсутствия глубокой скважины, вскрывшей низы нижней юры и триаса, можно было и не заметить имеющиеся проблемы с акустикой и некорректно привязать все скважины, в результате чего построенные структурные карты, скоростная и геологические модели, а, соответственно, подсчитанные запасы были бы некорректны.

На низкое качество акустического каротажа может также указывать тот

факт, что результирующий коэффициент корреляции от скважины к скважине остается довольно низким, т.к. в этом случае из-за ошибочной зависимости «время – глубина» сопоставляются не соответствующие друг другу реальные и синтетические трассы.

Решить проблему с низким качеством АК можно несколькими способами:

- 1 способ: рассчитать глубинные тренды отдельно для ВСП и АК, найти поправочный коэффициент, меняющийся с глубиной, разделить глубинный тренд по ВСП на глубинный тренд по АК, и умножить оригинальную кривую АК на поправочный коэффициент;
- 2 способ: выбрать эталонные скважины, равномерно расположенные по площади, в которых АК в наименьшей степени подвержен влиянию скважинных условий при записи, далее определить опорные пласты в глинах по всему исследуемому интервалу, выполнить редактирование и нормализацию кривых АК в остальных скважинах, подбирая поправки таким образом, чтобы кривые в опорных пластах сходились с эталонными скважинами;
- 3 способ: рассчитать синтетическую кривую АК из кривой сопротивления либо из кривой нейтронного каротажа;
- 4 способ: выполнить корректировку или восстановление кривых АК с помощью нейронных сетей при условии достаточности данных и нали-

чи одинакового комплекса ГИС в рассматриваемых скважинах.

На рис. 5 сопоставляются кривые откорректированного АК (фиолетовая кривая), оригинального АК (оранжевая кривая) и акустики, рассчитанной из ВСП (синяя кривая). Как видно на рисунке, сходимость ВСП и АК после внесения поправок существенно улучшается, особенно это заметно в 3-й колонке, где показаны усреднённые версии тех же кривых (соответствующих цветов).

Далее с учётом откорректированной кривой АК (DT_corr) выполнена привязка по скважине А-7. На рис. 6 наглядно продемонстрировано, что после внесения поправок глубинно-временные зависимости, рассчитанные из DT_corr (в центре) и ВСП (справа), согласуются между собой: отбивка Ю-6а в обоих случаях располагается на одном временном уровне, в то время как из неочищенной акустики (слева) на 60 мс ниже.

Сейсмостратиграфическая привязка

После проведения анализа и в случае необходимости корректировки исходных данных наступает следующий этап – непосредственно процесс привязки. Ниже представлены различные сценарии проведения привязки с первоначально разным набором исходных данных.

Процесс сейсмостратиграфической привязки при наличии данных

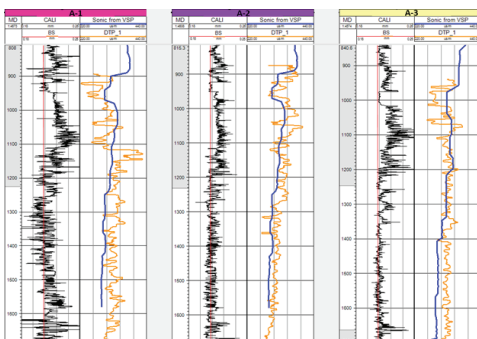


Рисунок 2. Планшет по скважинам А-1, А-2 и А-3 с нанесением каверномера CALI, кривых акустики оригинальной (оранжевая кривая) и рассчитанной из ВСП (синяя кривая)

Figure 2. A plot for wells A-1, A-2 and A-3 with CALI caliper, original acoustic curves (orange curve) and calculated from VSP (blue curve)

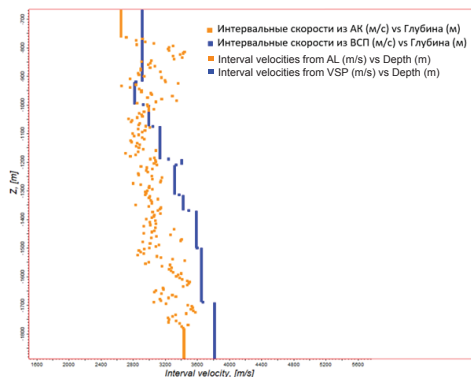


Рисунок 3. Сравнение интервальных скоростей из АК (оранжевая) и ВСП (синяя) с глубиной по скважине А-1
Figure 3. Comparison of interval velocities from AL (orange) and VSP (blue) with depth for well A-1

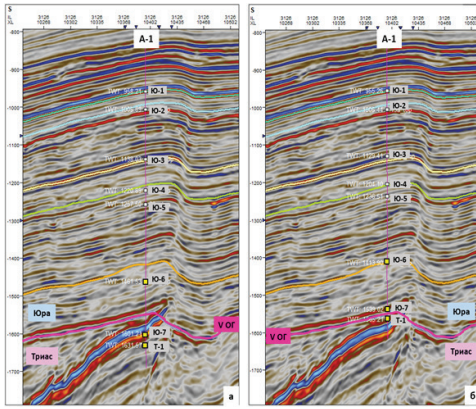


Рисунок 4. Сравнение сейсмостратиграфической привязки по скважине А-1

Figure 4. Comparison of seismic stratigraphic tie for well A-1

а) по данным акустического каротажа / according to acoustic logging; б) по данным ВСП / according to VSP data

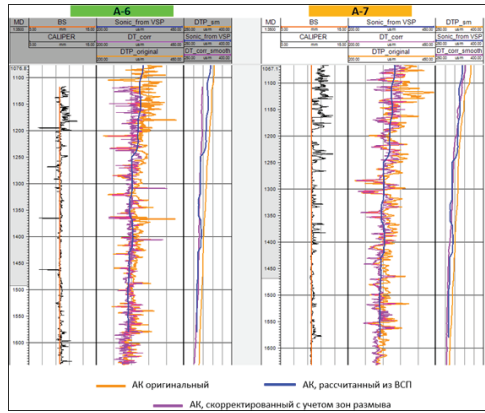


Рисунок 5. Результаты внесенных корректировок в кривые акустического каротажа на примере скважин А-6 и А-7

Figure 5. The results of corrections made to acoustic logging curves on the example of wells A-6 and A-7

ВСП/сейсмокаротажа и АК включает в себя следующие важные этапы:

- 1) дрейфт-анализ / калибровка АК;
- 2) извлечение импульса, количественный анализ формы и фазы импульса;
- 3) генерация синтетики;
- 4) кросс-корреляция синтетической трассы с сейсмической трассой и оценка формы функции взаимной корреляции;
- 5) применение одновременного сдвига во времени bulkshift или незначительных растяжений/сжатий для коррекции сходимости синтетики и сеймики.

В случае отсутствия ВСП для получения зависимости «время – глубина» (time-depth relationship, или TDR) рекомендуется использовать кривую акустического каротажа и стратиграфические отбивки. Для корректной увязки необходимо наличие надежного репера, который уверенно выделяется как по сейсмическим, так и по каротажным данным.

Алгоритм проведения сейсмостратиграфической привязки в данном случае будет включать следующие этапы:

- 1) расчет первоначальной зависимости «время – глубина» TDR, основываясь на замерах АК;
- 2) применение одновременного общего сдвига bulkshift по реперному горизонту на имеющуюся невязку

«стратиграфическая отбивка – поверхность»;

- 3) извлечение амплитудно-частотного спектра и сейсмического импульса в исследуемом интервале;
- 4) генерация синтетики;
- 5) кросс-корреляция синтетической трассы с реальной сейсмической трассой и оценка формы функции взаимной корреляции;
- 6) при необходимости применение растяжений / сжатий.

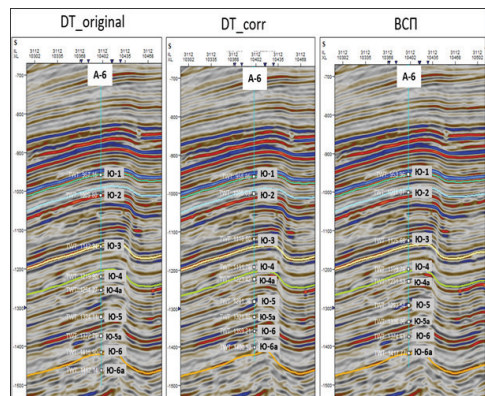


Рисунок 6. Сравнение результатов привязки с использованием оригинального АК, откорректированного АК и ВСП

Figure 6. Comparison of seismic stratigraphic referencing results using original AL, corrected AL and VSP

В условиях ограниченного или полного отсутствия чекшотов и низкого качества АК, непригодного для привязки, рекомендуется применение осреднённых региональных годографов ВСП.

Необходимо отметить, что осреднять чекшоты из скважин с отличающимися литологическими разрезами, если имеют место резкая гетерогенность и смена литологии, неверно. Помимо этого, применение единого усреднённого регионального скоростного закона для всех скважин может быть также некорректным, если на площади наблюдается латеральное изменение мощностей стратиграфических комплексов в исследуемом интервале. Желательно использование индивидуальных скоростных законов с учётом мощности вскрытых горизонтов в каждой из рассматриваемых скважин.

В скважинах с данными ВСП рассчитываются кривые пластовых скоростей (1):

$$V_{пл} = \Delta z / \Delta t \quad (1)$$

С точки зрения измерения скоростей ВСП используется интегральная толстослойная скоростная модель среды, поскольку время распространения волн связано как с измерением скоростей в среде, так и с глубиной регистрации.

При определении пластовых скоростей по вертикальному годографу за основу берётся аппроксимация линий, где точки пересечения показывают границы пластов, а наклону соответствуют пластовые скорости (рис. 7).

Алгоритм проведения сейсмостратиграфической привязки в условиях ограниченного количества чекшотов и низкого качества акустического каротажа или их полного отсутствия включает следующие шаги:

- 1) по имеющимся региональным годографам ВСП рассчитать кривые пластовых скоростей;
- 2) оценить скоростные характеристики пластов, сопоставив изменения скоростей из ВСП со стратиграфическими отбивками, и определить осреднённое значение пластовых скоростей для каждого интервала;
- 3) применить полученные значения пластовых скоростей в заданных интервалах для каждой анализируемой скважины;
- 4) рассчитать зависимость «время – глубина» (MD-TWT) и задать её в качестве первоначального TDR;
- 5) применить стандартную процедуру привязки.

На рис. 8–10 показаны результаты сейсмостратиграфической привязки

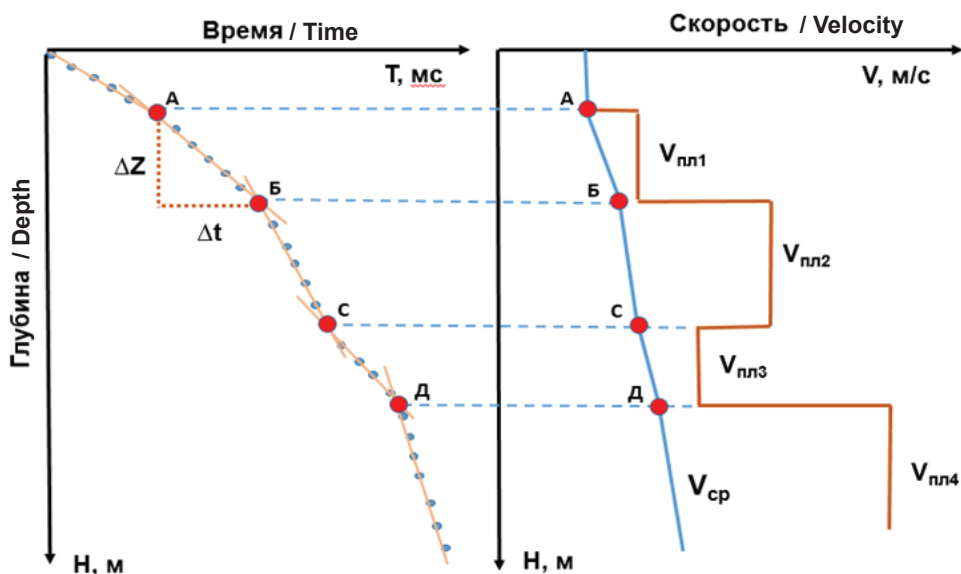


Рисунок 7. Принцип определения пластовых скоростей по вертикальному годографу
Figure 7. The principle of determining reservoir velocities by vertical time-to-depth curves

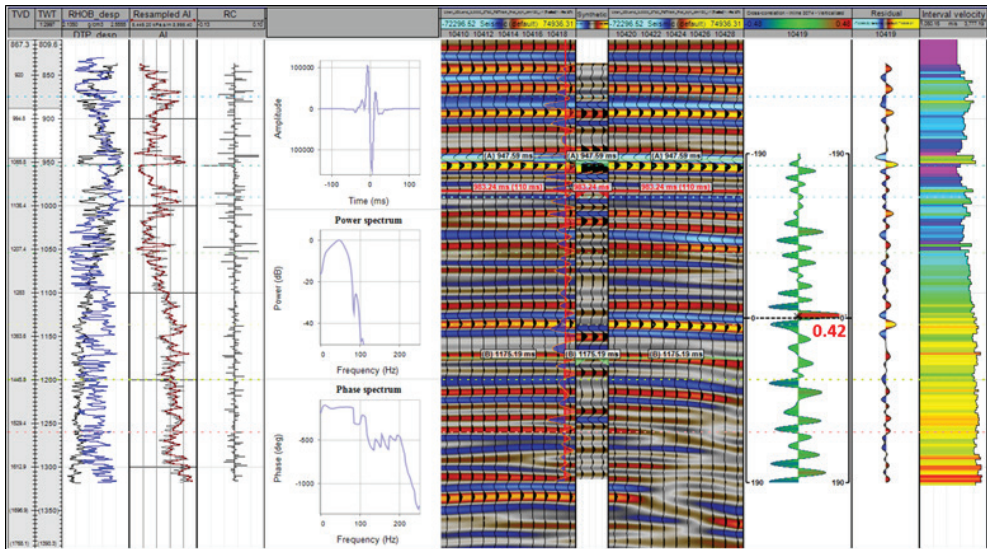


Рисунок 8. Результат сейсмостратиграфической привязки, в качестве первоначального TDR – оригинальный АК

Figure 8. The result of seismostratigraphic referencing, as the initial TDR - the original AL

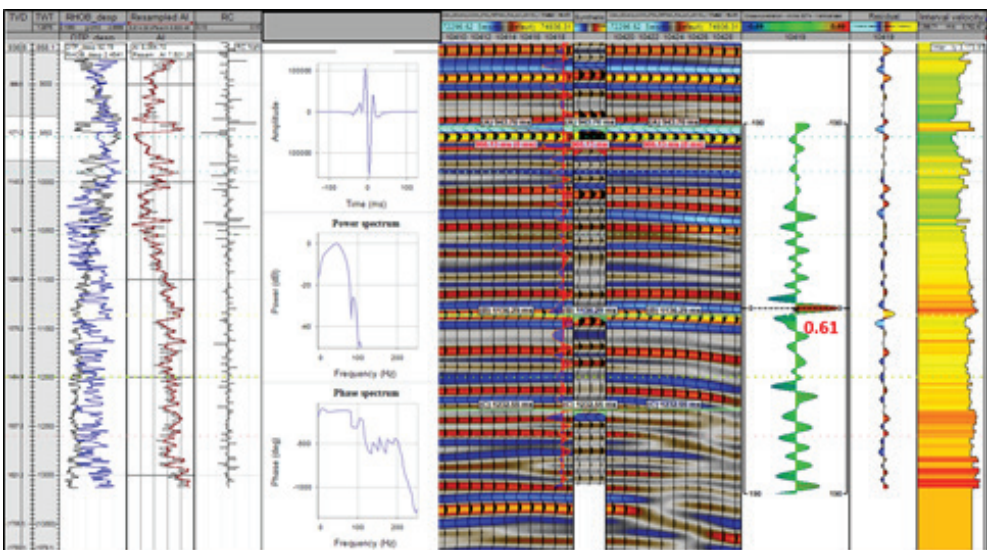


Рисунок 9. Результат сейсмостратиграфической привязки, в качестве первоначального TDR – отредактированный АК

Figure 9. The result of seismostratigraphic referencing, as the initial TDR– the corrected AL

по скважине, где в качестве первоначального TDR использовались оригинальный АК без коррекции (рис. 8), отредактированный АК (рис. 9) и осреднённые годографы ВСП (рис. 10). На рис. 11 отчетливо видно, что при применении оригинального, неочищенного АК рассчитанная глубинно-временная зави-

симость заметно отличается от двух других, характеризуясь более низкими значениями двойного времени пробега волны, что является некорректным. Проведённая же коррекция АК позволила минимизировать ошибку и получить более достоверные результаты при привязке, сопоставимые с данными ВСП.

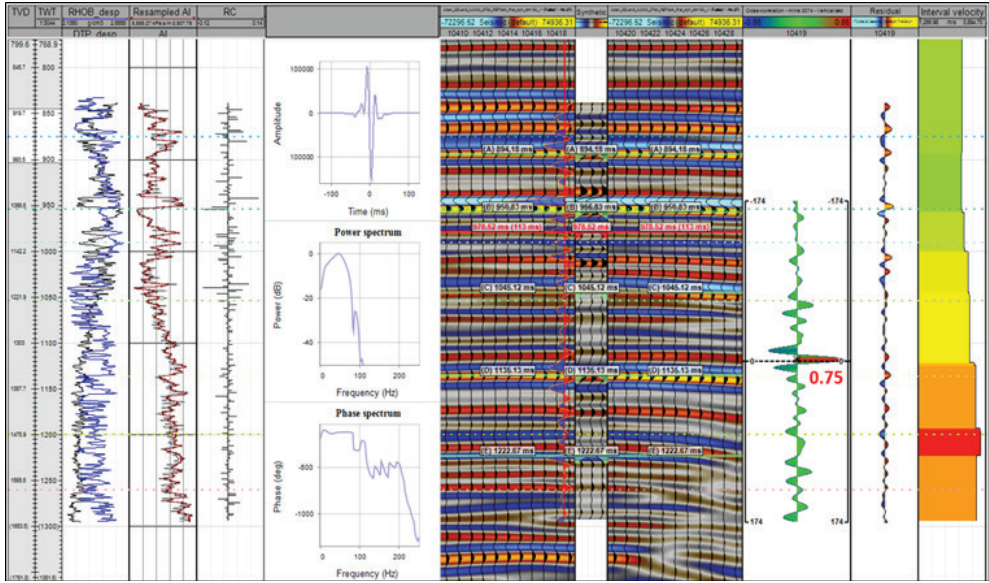


Рисунок 10. Результат сеймостратиграфической привязки, в качестве первоначального TDR – осредненные годографы ВСП
Figure 10. The result of seismostratigraphic referencing, as the initial TDR - averaged VSP time-to-depth curves

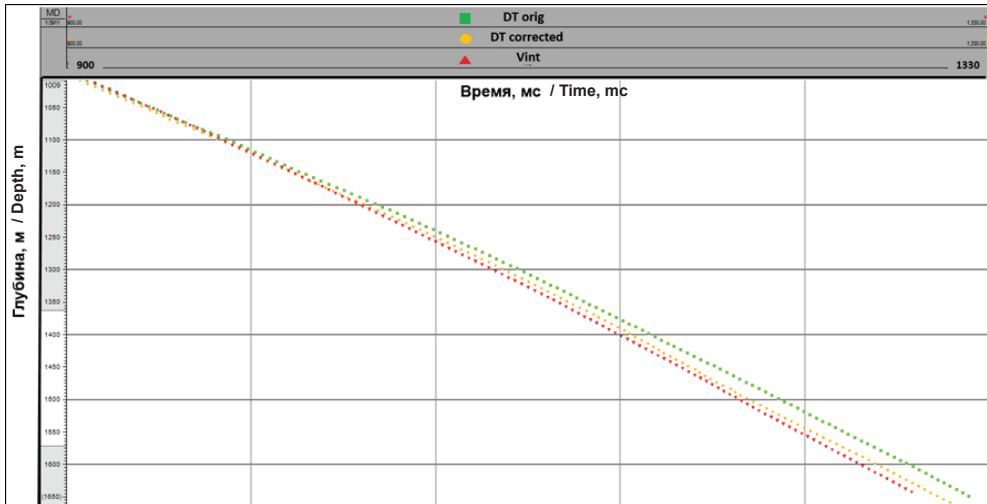


Рисунок 11. Сравнение зависимостей «время – глубина», рассчитанных из оригинального АК (зеленая линия), ВСП соседней скважины и скорректированного АК (оранжевая линия) и осреднённых годографов ВСП (красная линия)
Figure 11. Comparison of the Two-way time - Depth dependences calculated from the original AL (green line), offset well VSP and corrected AL (orange line) and averaged VSP time-to-depth curves (red line)

В качестве альтернативы для создания первоначального TDR можно также применять куб скоростей, полученный на этапе обработки, при условии, что данный куб обладает хорошим

частотным составом и достаточной вариативностью по глубине и по латерали. Процесс привязки в этом случае будет включать следующие этапы:

1) извлечение кривой скорости из скоростного куба для каждой анализируемой скважины. Перед проведением привязки проверить на сходимость с данными ВСП;

2) калибровка кривой скорости с данными АК;

3) применение стандартной процедуры привязки.

Заключение

Проведение контроля качества исходных скважинных данных имеет определяющее значение на начальном этапе привязки. Ошибки в исходных данных могут привести к проблемам на этапе структурной и динамической интерпретации. Проведение качественного

контроля данных способствует минимизации рисков и обеспечению точности построений и прогнозирования геологических характеристик и ресурсного потенциала месторождений.

Внедрение систематического контроля качества исходных скважинных данных должно быть неотъемлемой частью современного процесса сейсмической интерпретации.

Для обеспечения надёжности результатов привязки предложены варианты корректировки замеров АК, а также проведения сеймо-стратиграфической привязки и получения достоверных глубинно-временных зависимостей при изначально различном наборе исходных данных.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Источник финансирования.

Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Конфликт интересов.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Вклад авторов.

Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующий образом: Санатова Ж.А. – сбор, анализ, проведение исследования, написание рукописи, интерпретация данных исследования, проверка результатов, Калиев Д.Т. –

концепция исследования, интерпретация данных исследования, редактирование рукописи.

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Authors' contribution. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work. The greatest contribution is distributed as follows: Zhaniya A. Sanatova – collection, analysis, research, writing a manuscript, interpretation of research data, verification of results; Dias T. Kaliyev – the concept of the study, interpretation of the study data, editing the manuscript.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Reconciling sonic logs with check-shot surveys: Stretching synthetic seismograms Rick Box, Paul Lowrey – The Leading Edge, June 2003.
2. Elastic log editing and alternative invasion correction methods Guilherme F. Vásquez, Lúcia D. Dillon, Carlos L. Varela et al – The Leading Edge, June 2004.
3. Учебные материалы ПО Petrel.

REFERENCES

1. Reconciling sonic logs with check-shot surveys: Stretching synthetic seismograms Rick Box, Paul Lowrey – The Leading Edge, June 2003.

2. Elastic log editing and alternative invasion correction methods Guilherme F. Vásquez, Lúcia D. Dillon, Carlos L. Varela et al – The Leading Edge, June 2004.
3. Training materials for Petrel software.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ***Санатова Жания Аскарровна**e-mail: *zh.sanatova@niikmg.kz*.**Калиев Диас Талгатович**e-mail: *dias.kaliyev@gmail.com*.**AUTHORS' INFO*****Zhaniya A. Sanatova**e-mail: *zh.sanatova@niikmg.kz*.**Dias T. Kaliyev**e-mail: *dias.kaliyev@gmail.com*.

*Автор, ответственный за переписку/Corresponding Author