



**ВОЗМОЖНОСТИ ИЗУЧЕНИЯ АНИЗОТРОПНЫХ  
СВОЙСТВ ПОРОД С ПОМОЩЬЮ АЗИМУТАЛЬНОГО  
НВСП**

*Хайрутдинов Р.Н., Курманбаев М.С., Игибаев У.А.  
ТОО Научно-Производственная фирма «ДАНК»  
Республика Казахстан, Алматы*

***The possibility of investigation the anisotropic medium with  
azimuthal OVSP.***

*Rinat N. Khairutdinov , Mysyr S. Kurmanbaev, Ulan A. Igibaev  
Scientific Production Firm «DANK» Ltd.  
Kazakhstan, Almaty*

Гальперинские Чтения 2014г



- Сейсмическая анизотропия известна давно, но только в последнее время ей начали уделять значительное внимание в сейсмике, в том числе в скважинной сейсморазведке. Связано это с возможностью с большей эффективностью решать промысловые задачи, связанные с трещиноватостью среды.
- Такими методами являются: метод обращенного годографа -МОГ (Теплицкий В.А., 1970г.), метод НВСП (Руденко Г.Е., 1971г.), методы межскважинного просвечивания, методы томографии и т.д.
- Каждый из этих методов обладает своими достоинствами и недостатками, на самом деле они равноправны, но необходимо знать области их оптимального применения.
- Нас интересуют два конкурирующих метода это МОГ и НВСП. Физической основой для изучения трещиноватости в них является расщепление поперечной волны в анизотропной среде на медленную и быструю.
- В данной презентации мы продолжаем исследования трещиноватости в околоскважинном пространстве по системе азимутальных линии (профилей) методом Азимутального НВСП, первые результаты которых были доложены на ГЧ-2011.

- Fracture is one of the most important properties of the rocks that make up the reservoirs of hydrocarbons.
- . These methods are: the method of facing the hodograph –Walkaway VSP (Teplitsky V.A., 1970.) Method Offset VSP (Rudenko G.E., 1971.), Interhole acoustic-graphic techniques, imaging techniques, etc.
- Each of these methods has its own advantages and disadvantages, or is likely to need to know the range of their optimal use.
- We are interested in two competing method, Walkaway VSP and offset VSP. The physical basis for the study of fracture in them is the splitting of transverse waves in an anisotropic medium to the slow and fast.
- In this presentation, we continue the study of fracture in the borehole environment in azimuth lines (profiles) using azimuthal offset VSP, the first results of which were presented at the GR-2011.

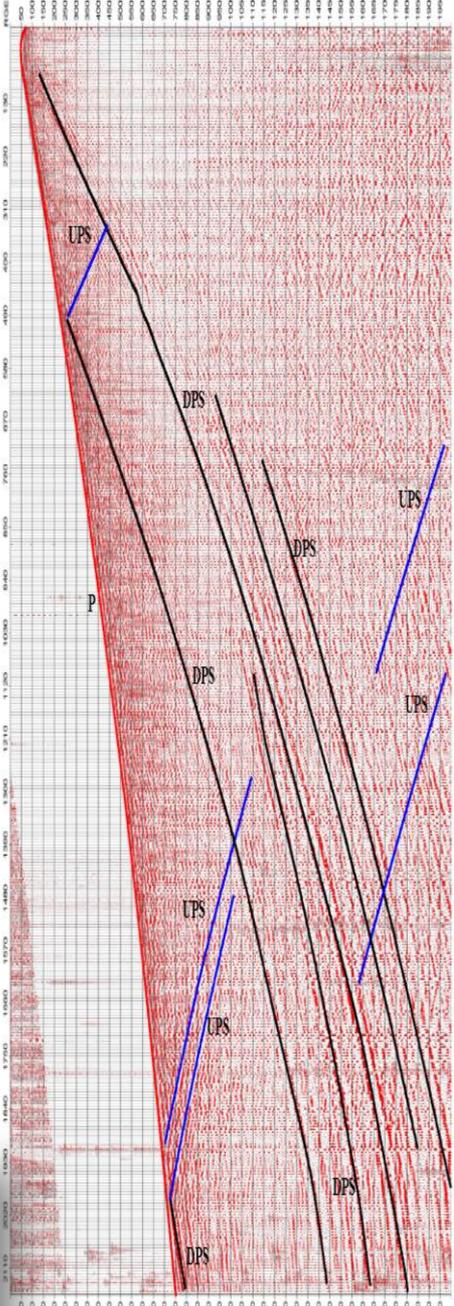
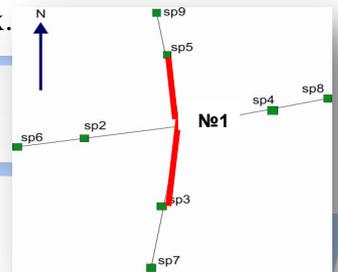


Опыт наших работ по 3-х компонентному ВСП в Казахстане показал, что, в действительности, на некоторых месторождениях УВ отмечается наличие и отсутствие горизонтальной анизотропии в осадочных породах.

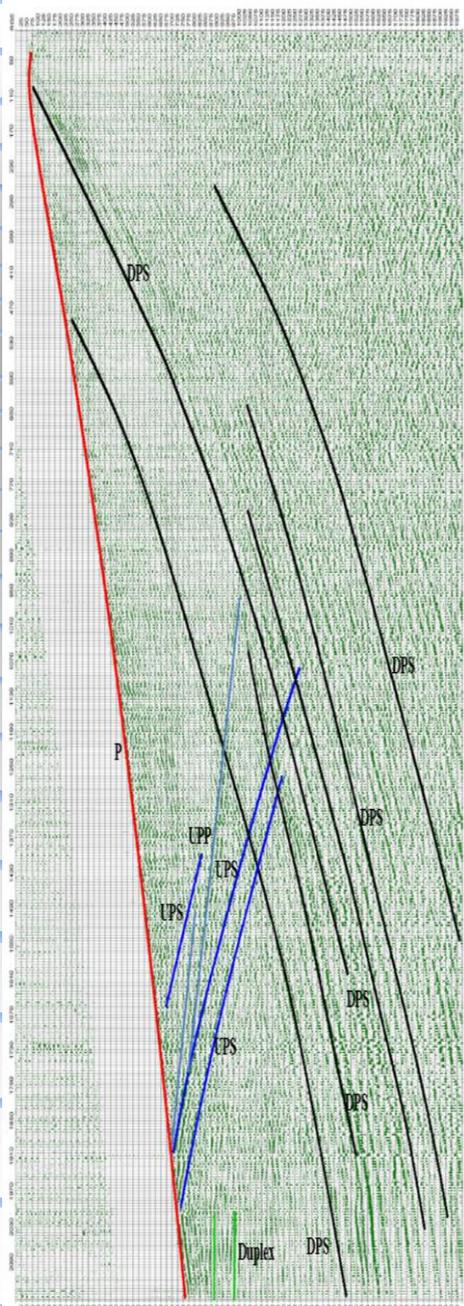
Для примера приведены сейсмограммы XYZ сориентированных компонент на двух участках.

Участок №1. **Анизотропный.** Месторождение находится в антиклинале, заполненное мезокайнозойскими платформенными отложениями, ограниченными со всех сторон разрывными нарушениями. Само месторождение подвергнуто тектоническим дислокациям, связанным с ростом соляного диапира кунгурского возраста.

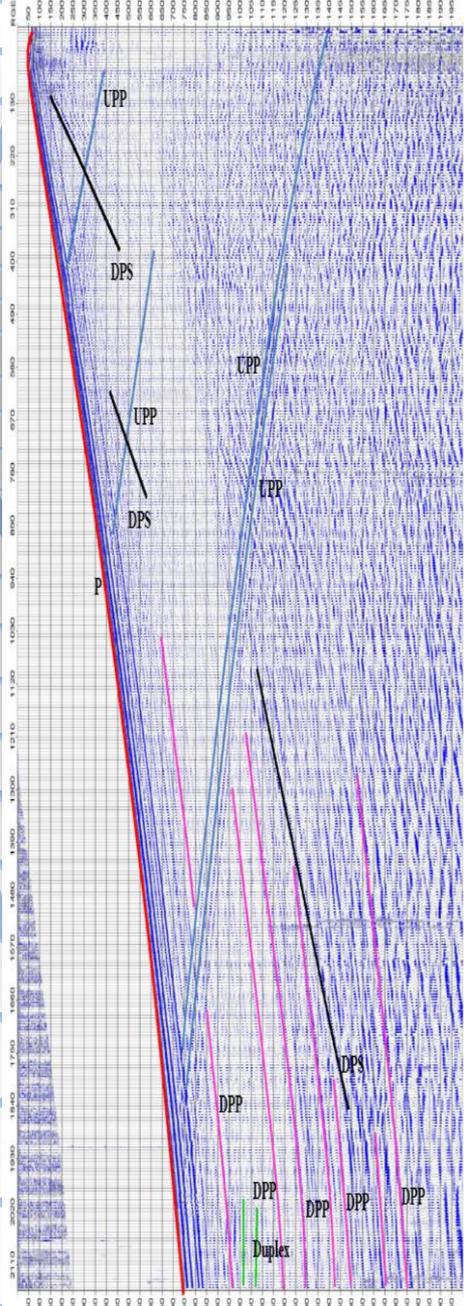
Характерно, что обменные PS волны видны на X и Y компонентах.



X-компонента



Y-компонента



Z-компонента



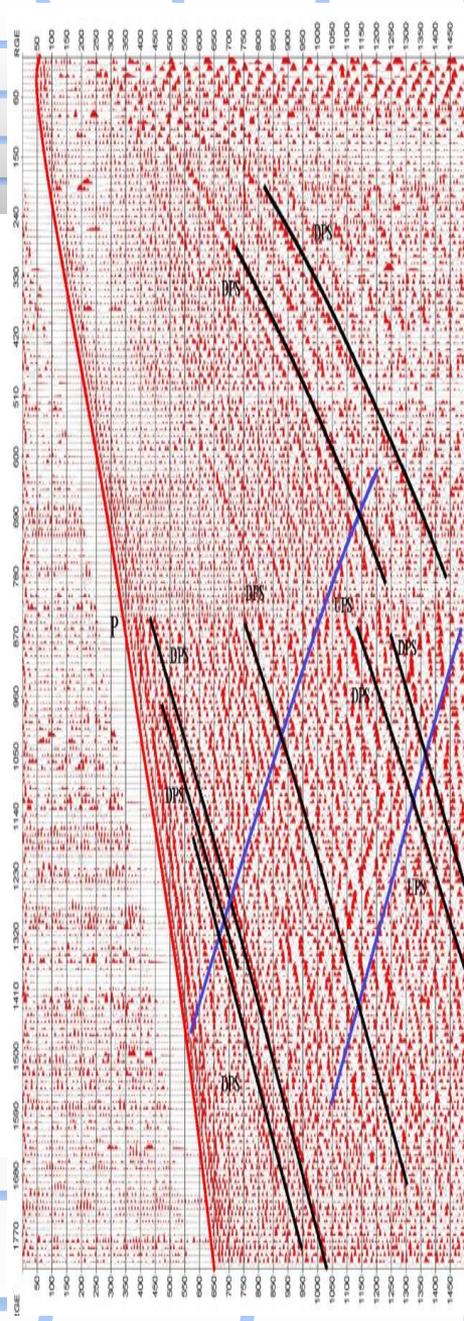
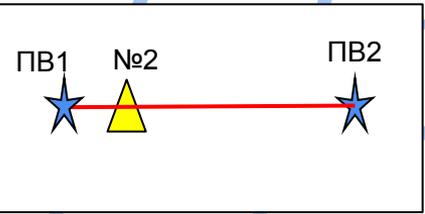
Участок №2. **Изотропный.**

Месторождение находится во впадине и сложено слабодислоцированными осадочными породами мезокайнозойского возраста, типично платформенными.

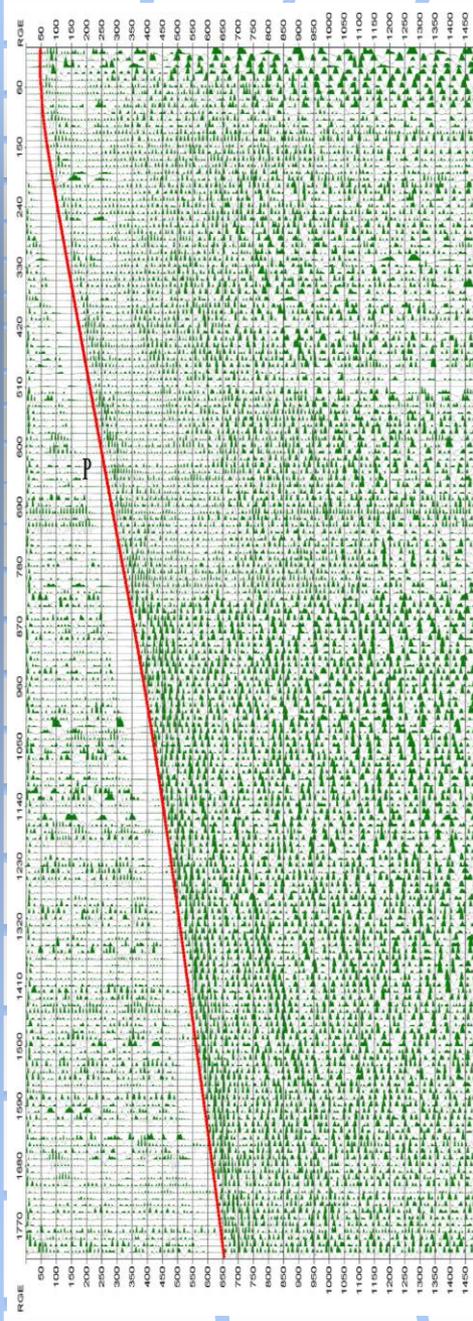
На X-компоненте отчетливо выделяются обменные PS-волны. (Верхняя часть скважины имеет обсадную колонну с некачественным цементом).

На Y-компоненте обменные PS волны практически отсутствуют, что говорит об отсутствии горизонтальной анизотропии.

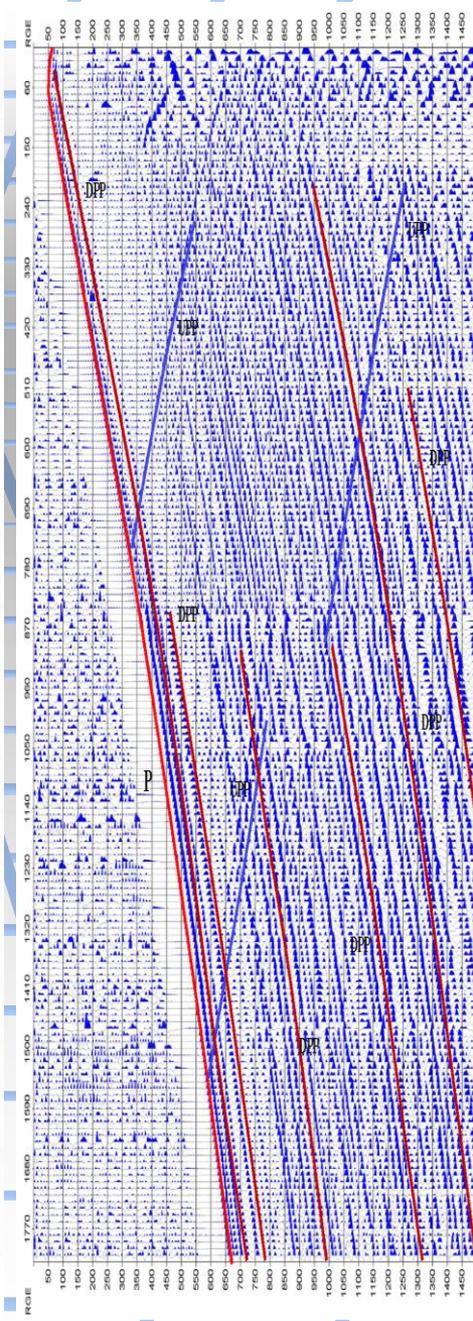
Возникла необходимость **тотального изучения** обменных PS волны, способом выделения этих расщепленных волн на быструю и медленную, и применить эту методику при Азимутальном НВСП.



X-компонента



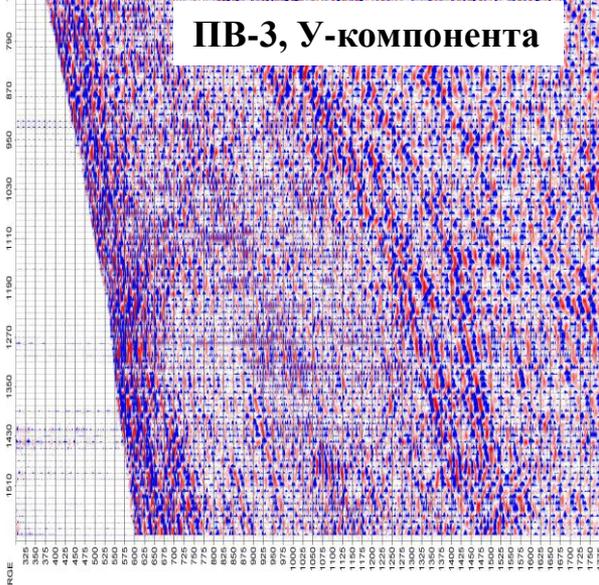
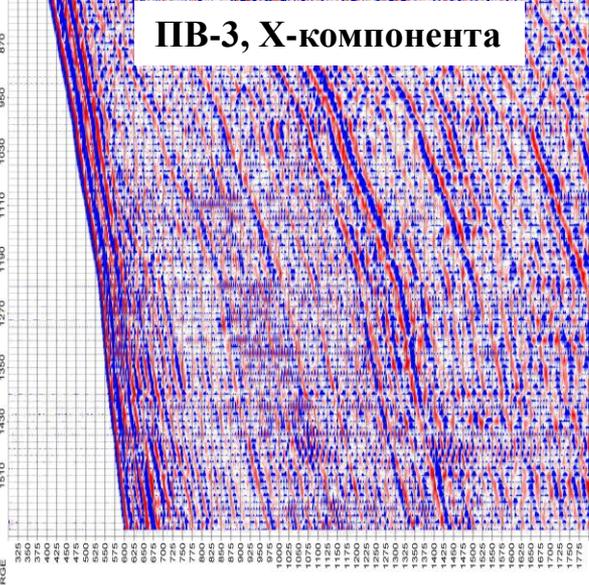
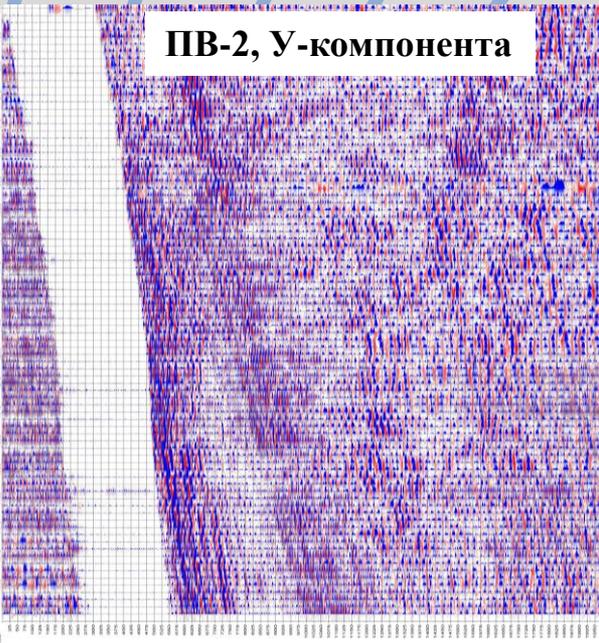
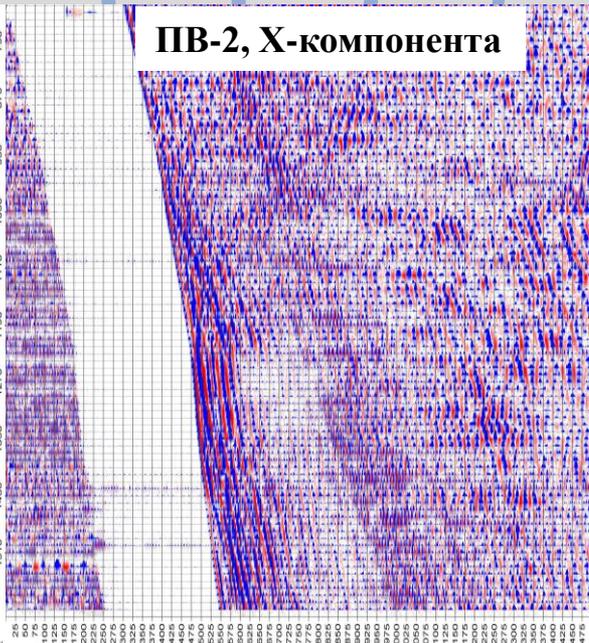
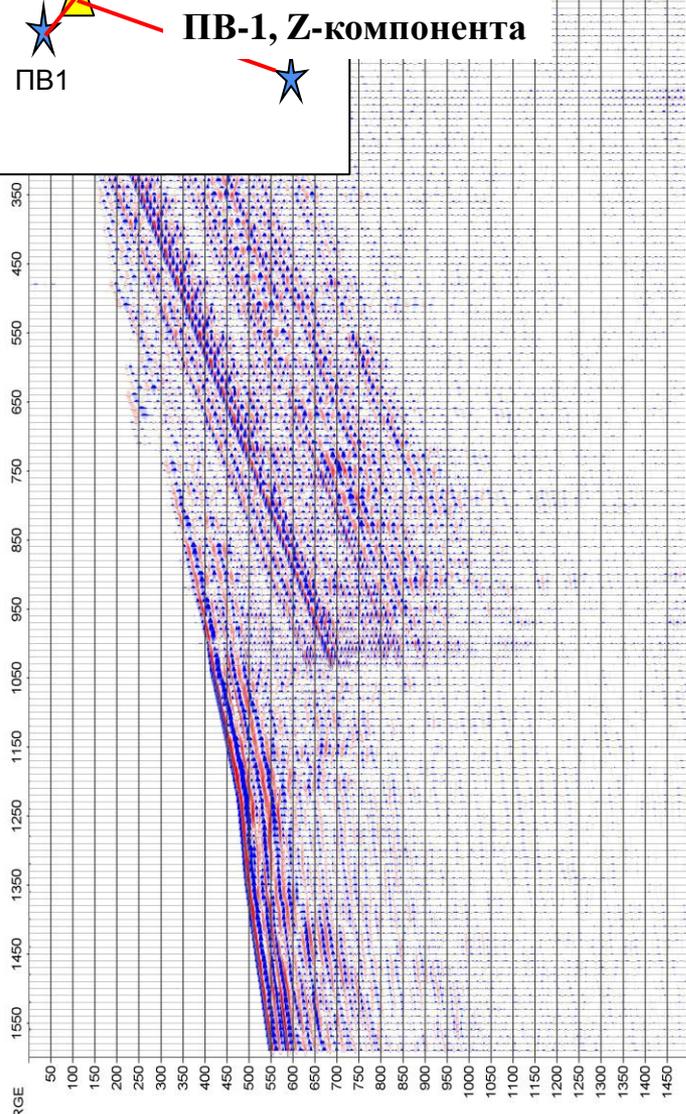
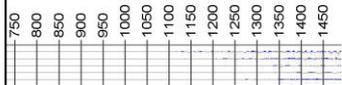
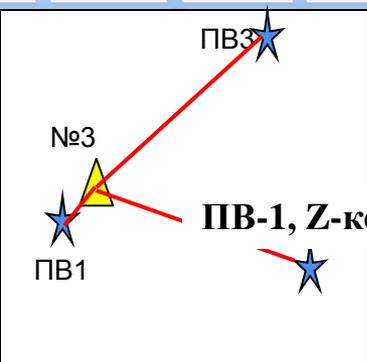
Y-компонента



Z-компонента

# Участок №3. (Изотропный). Сейсмограммы ПВ-1, ПВ-2 и ПВ-3

## Area #3. Seismograms of SP-1, SP-2 and SP-3





Упругие свойства по данным  $V_p$ ,  $V_{ps}$  и плотности по ГИС.

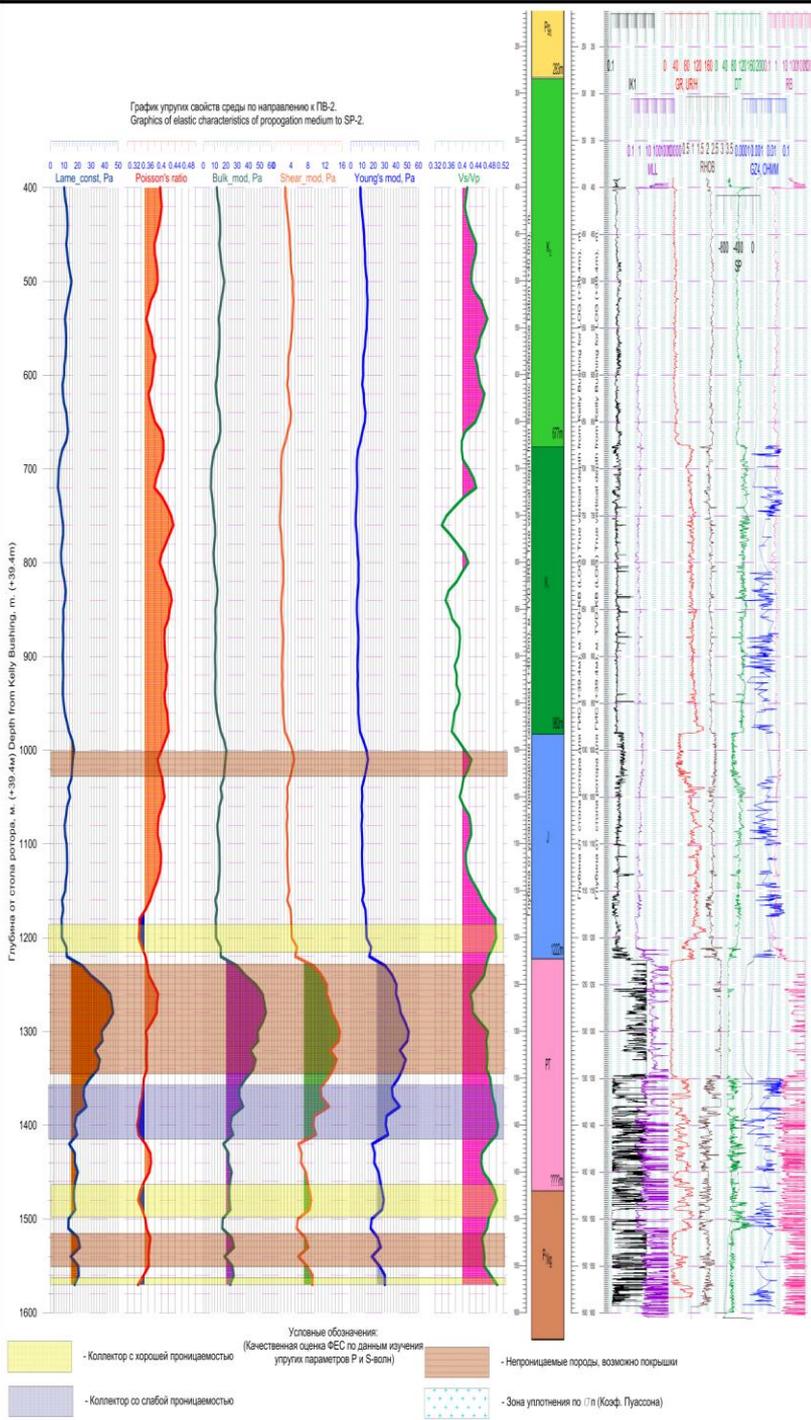
Графики упругих свойств рассчитаны для 2-х ПВ расположенных на взаимно пересекающихся профилях на удалении 600м.

Видно, что в изотропной среде (где отсутствуют обменные PS волны на У компоненте, предыдущий слайд), выделенные нами зоны коллекторов и покрышек одинаковы для обоих ПВ2 и ПВ3.

Example of linking graphs of elastic properties calculated according to  $V_p$  and  $V_{ps}$ . (As a rule, direct S-waves in anisotropic media, bad traced.)

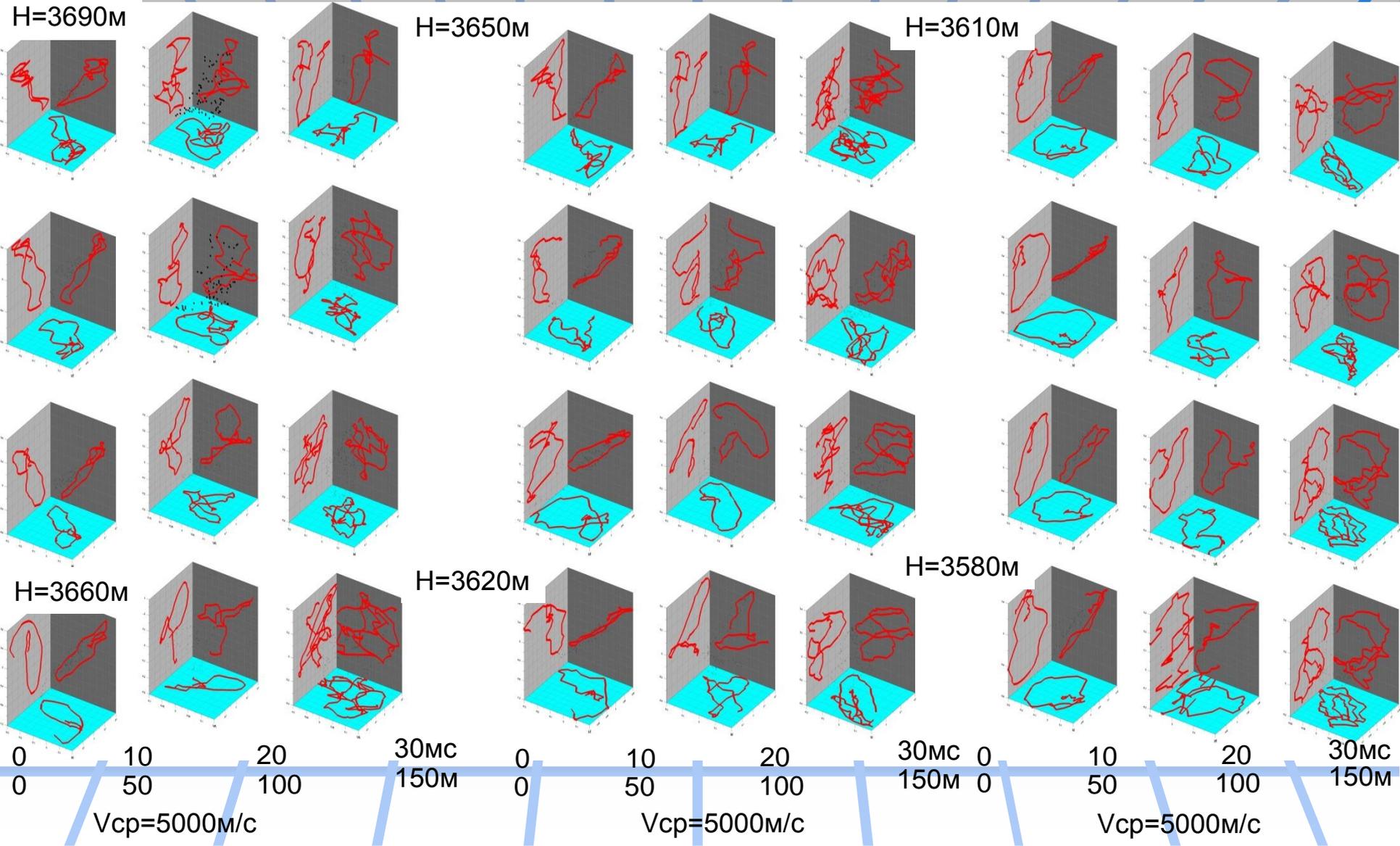
Graphs of the elastic properties were obtained by calculation for 2 SP located on mutually perpendicular profiles at a distance of 600m.

It is evident that in an isotropic medium (where there is no exchange PS waves on the component, the previous slide), we selected areas of collectors and the pool cap are the same for both SP2 and SP3.





Задача оценки радиуса надежности определения параметров упругости среды от центра скважины с использованием траектории смещения прямой Р-волны в первых вступлениях.  
Determination of the radius (distance) from the center of the borehole stability of the elastic parameters of the medium using the trajectory bias line P-wave first arrivals.





Определение максимального удаления пункта возбуждения (ПВ) при помощи сейсмо-моделирования по реальной геологической модели  
Determination of the maximum distance shot point (SP) using seismic modeling from real geological model

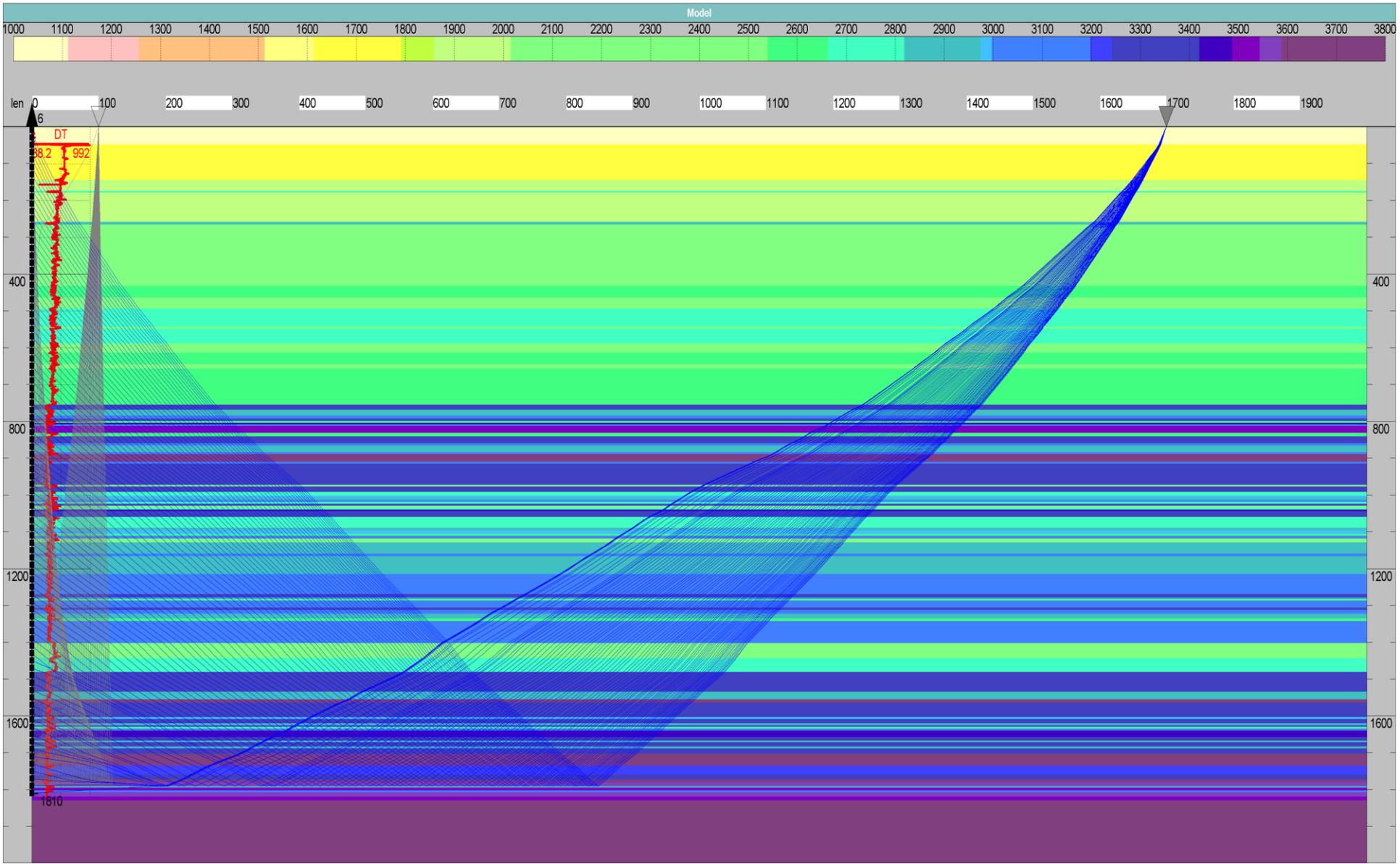




График упругих свойств среды по направлению к ПВ-2.  
Graphics of elastic characteristics of propagation medium to SP-2.

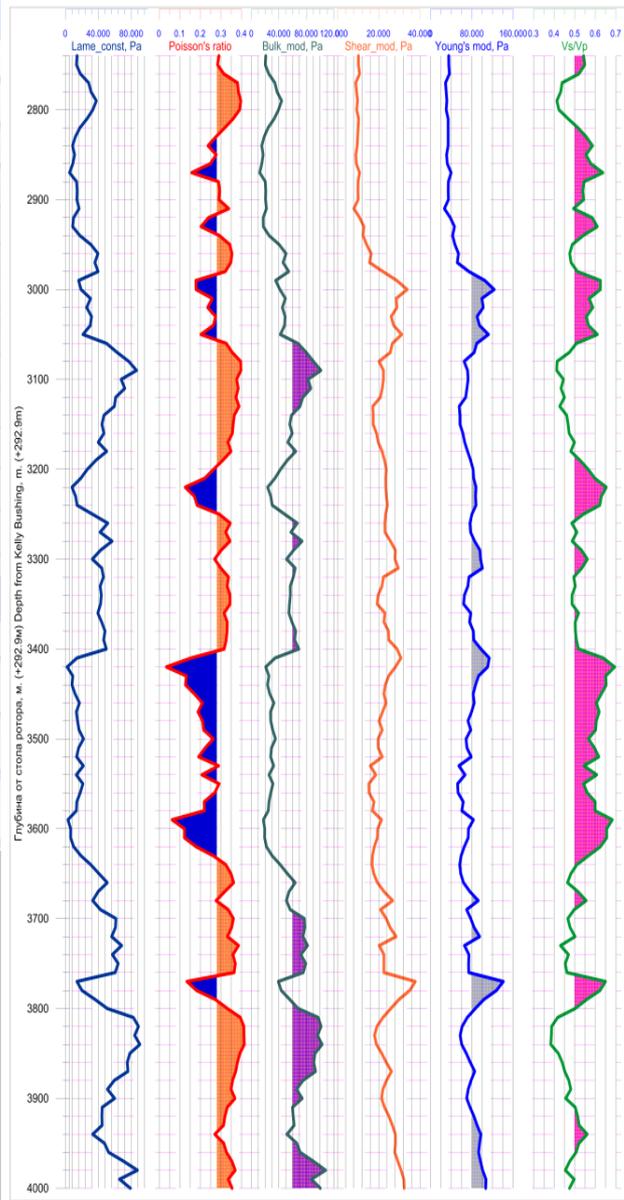
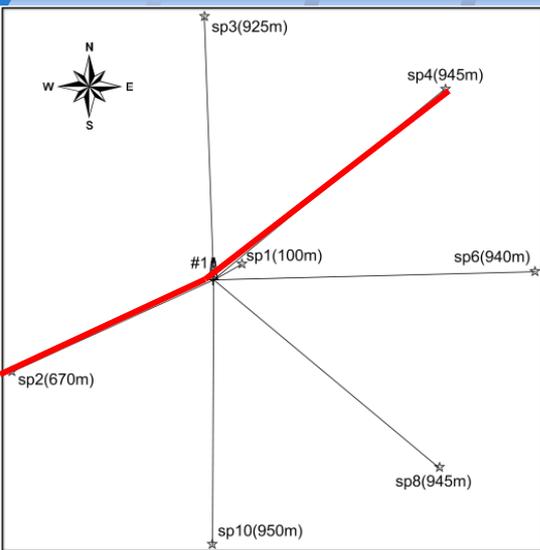
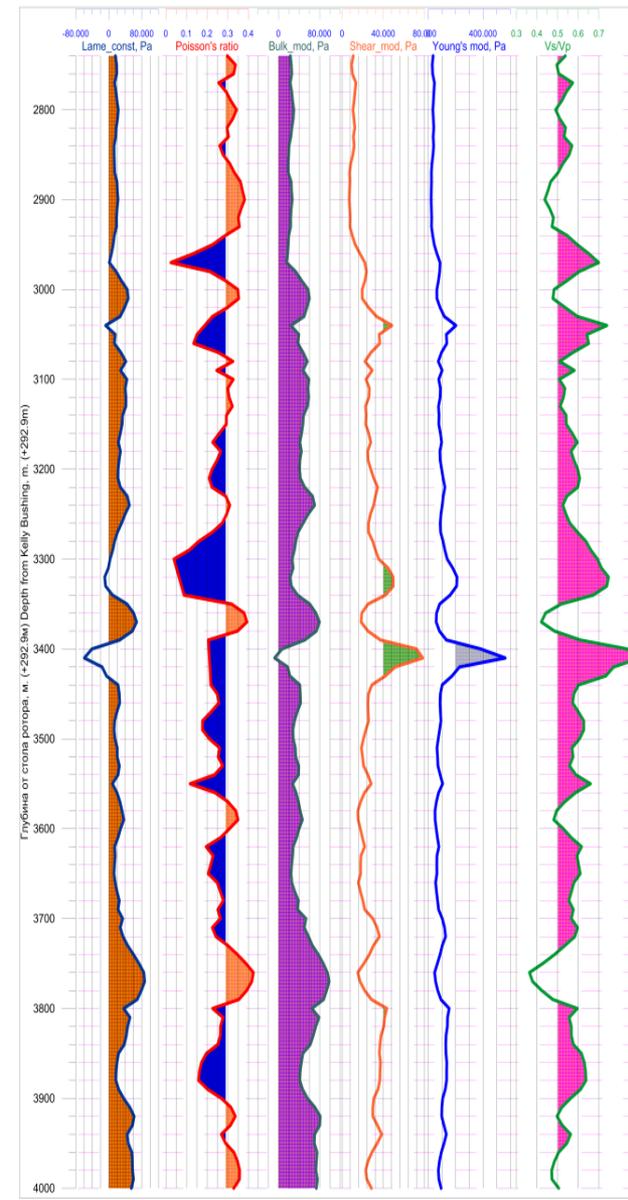


График упругих свойств среды по направлению к ПВ-4.  
Graphics of elastic characteristics of propagation medium to SP-4.



Условные обозначения:  
(Качественная оценка ФЕС по данным изучения упругих параметров P и S-волн)

- Коллектор с хорошей проницаемостью
- Коллектор со слабой проницаемостью
- Непроницаемые породы, возможно покрышки
- Зона уплотнения по  $\sigma_p$  (Коеф. Пуассона)



График упругих свойств среды по направлению к ПБ-10.  
Graphics of elastic characteristics of propagation medium to SP-10.

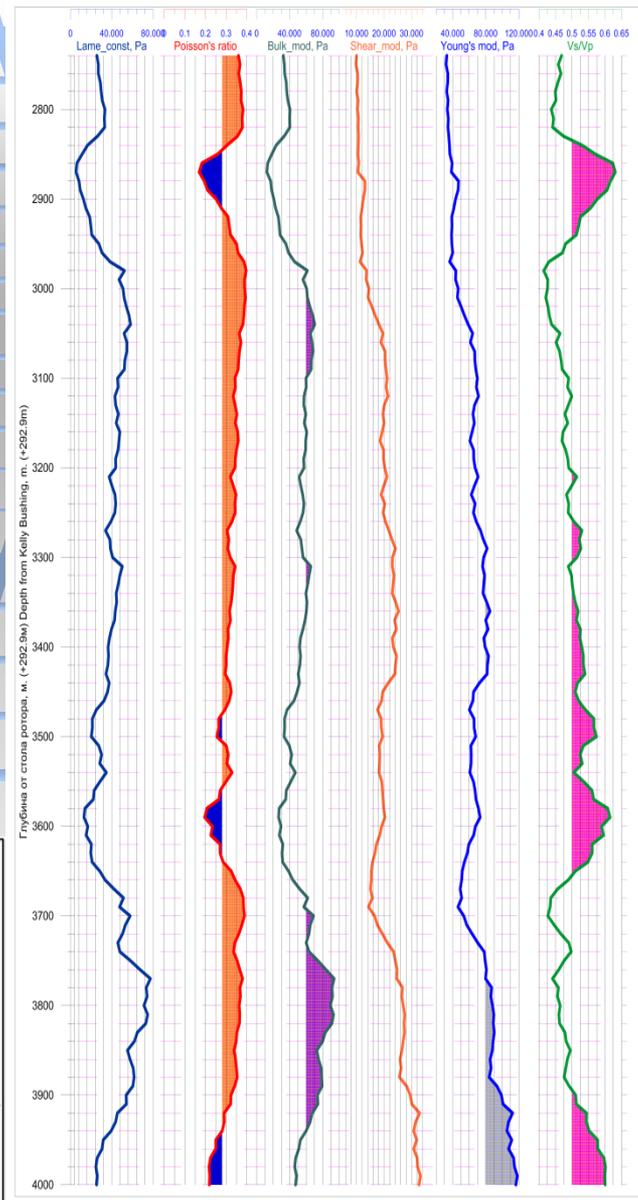
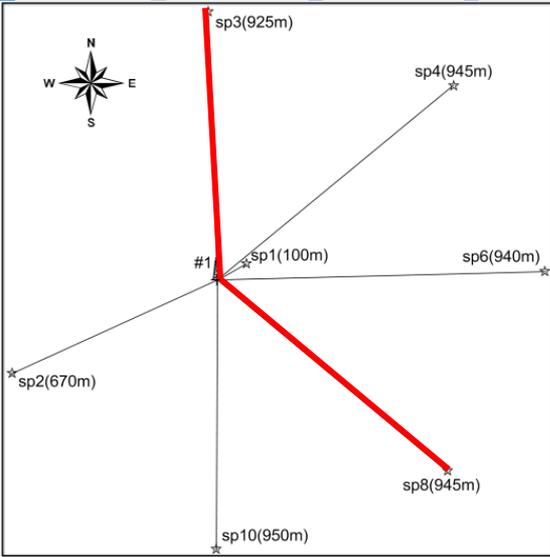
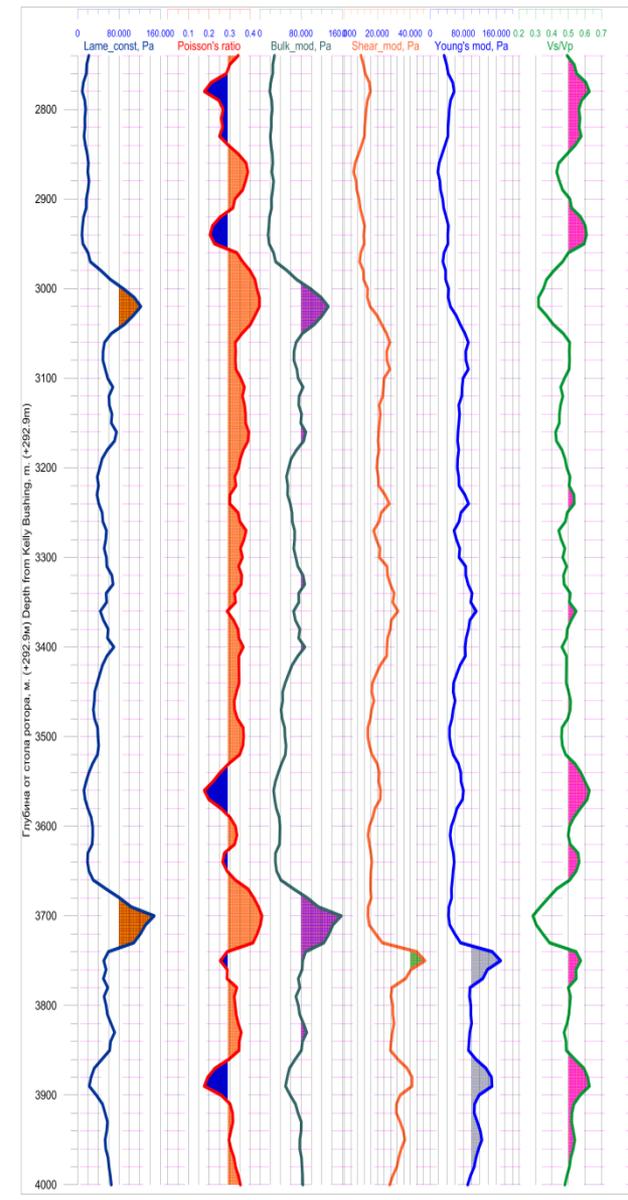


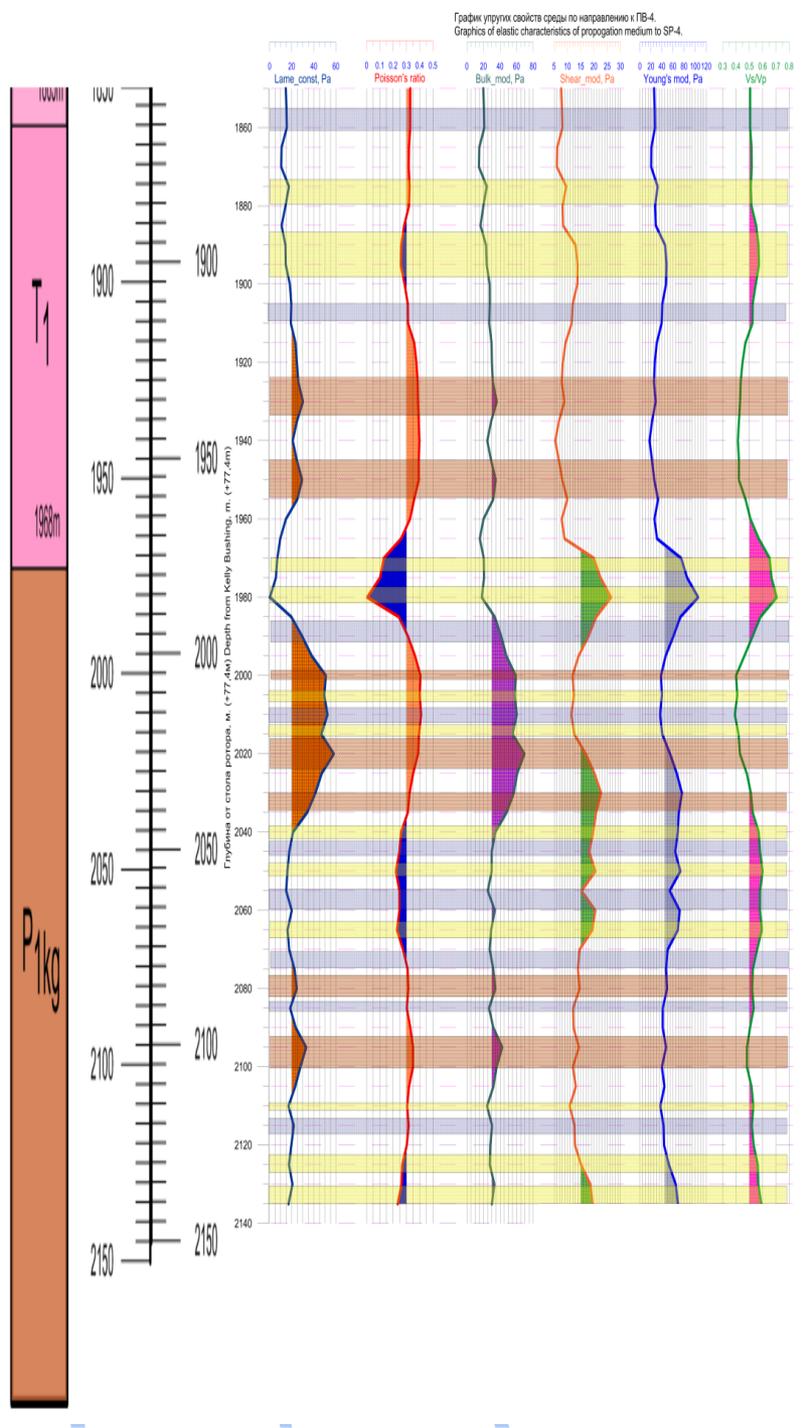
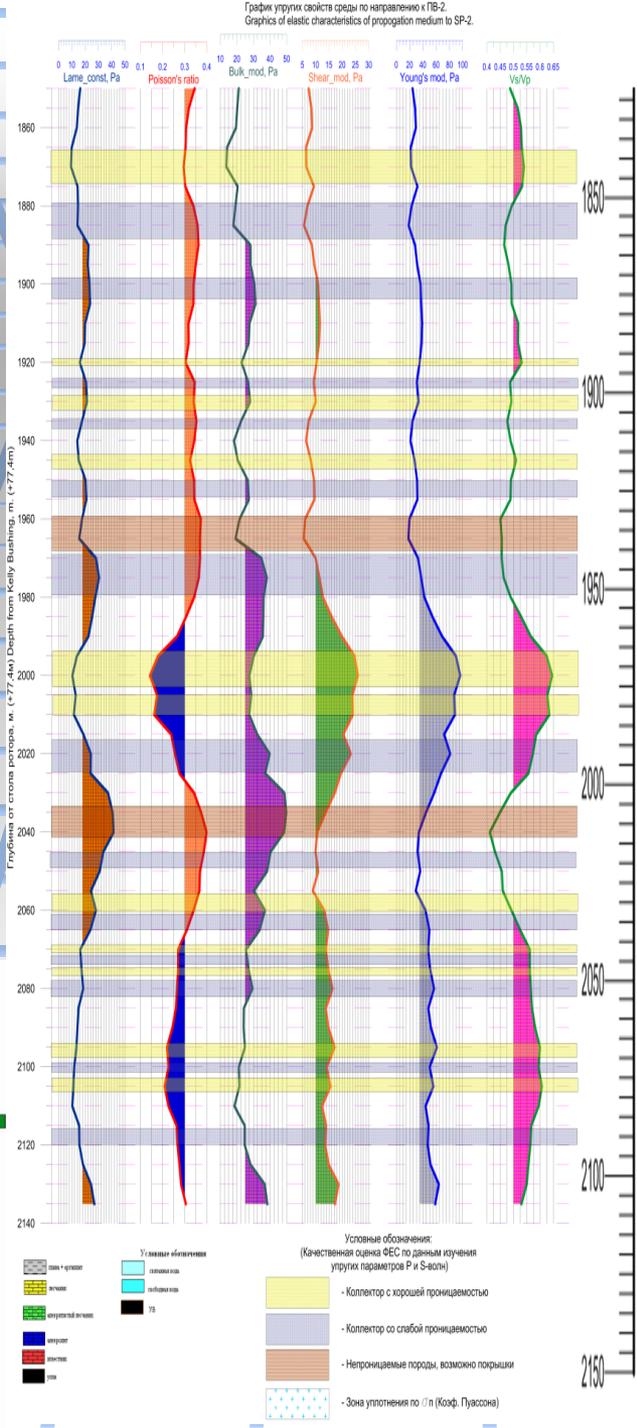
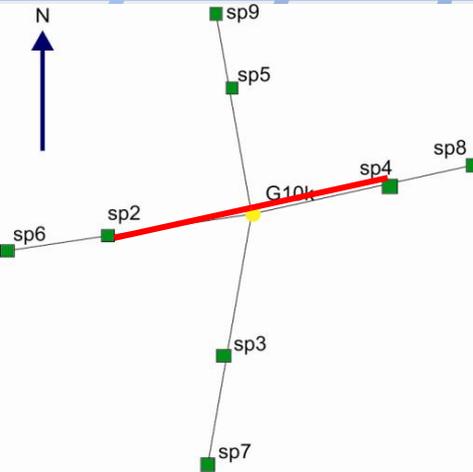
График упругих свойств среды по направлению к ПБ-3.  
Graphics of elastic characteristics of propagation medium to SP-3.



Условные обозначения:  
(Качественная оценка ФЕС по данным изучения упругих параметров P и S-волн)

- Коллектор с хорошей проницаемостью
- Коллектор со слабой проницаемостью

- Непроницаемые породы, возможно покрышки
- Зона уплотнения по  $\Delta \rho / \rho$  (Коэф. Пуассона)



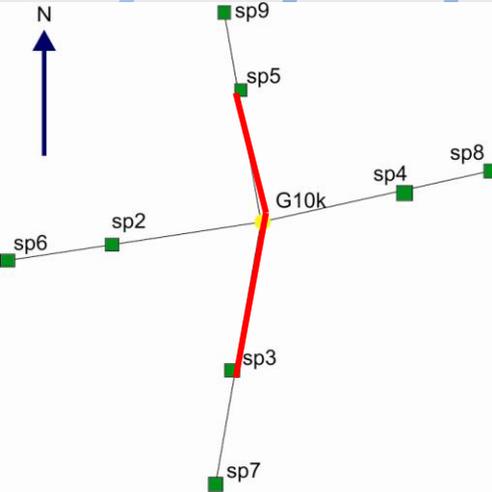
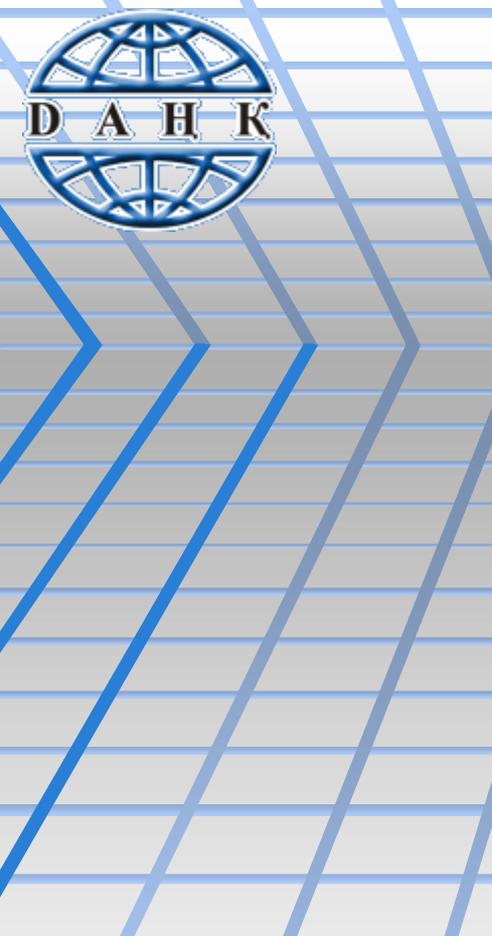
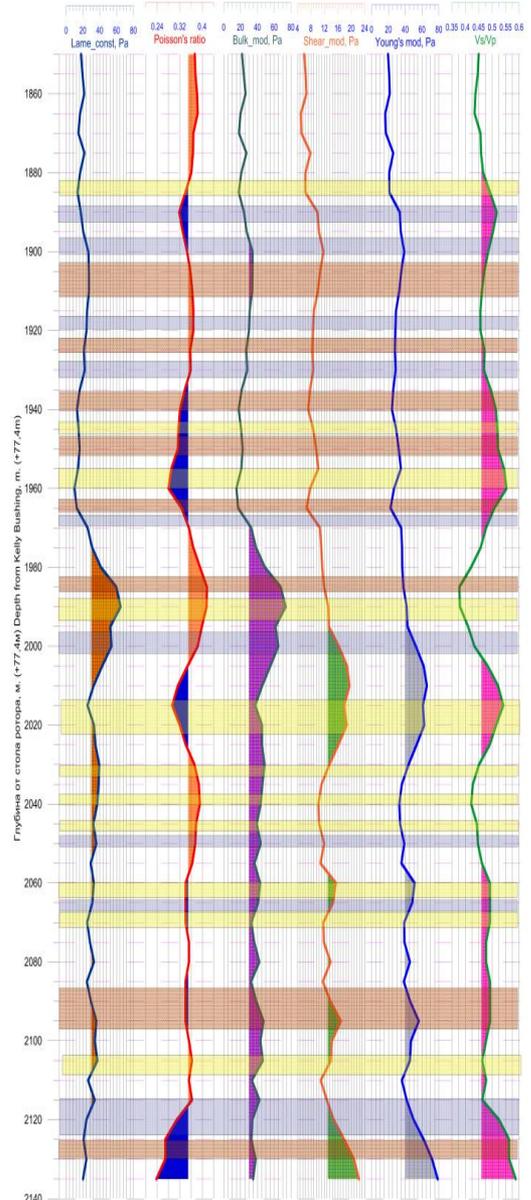


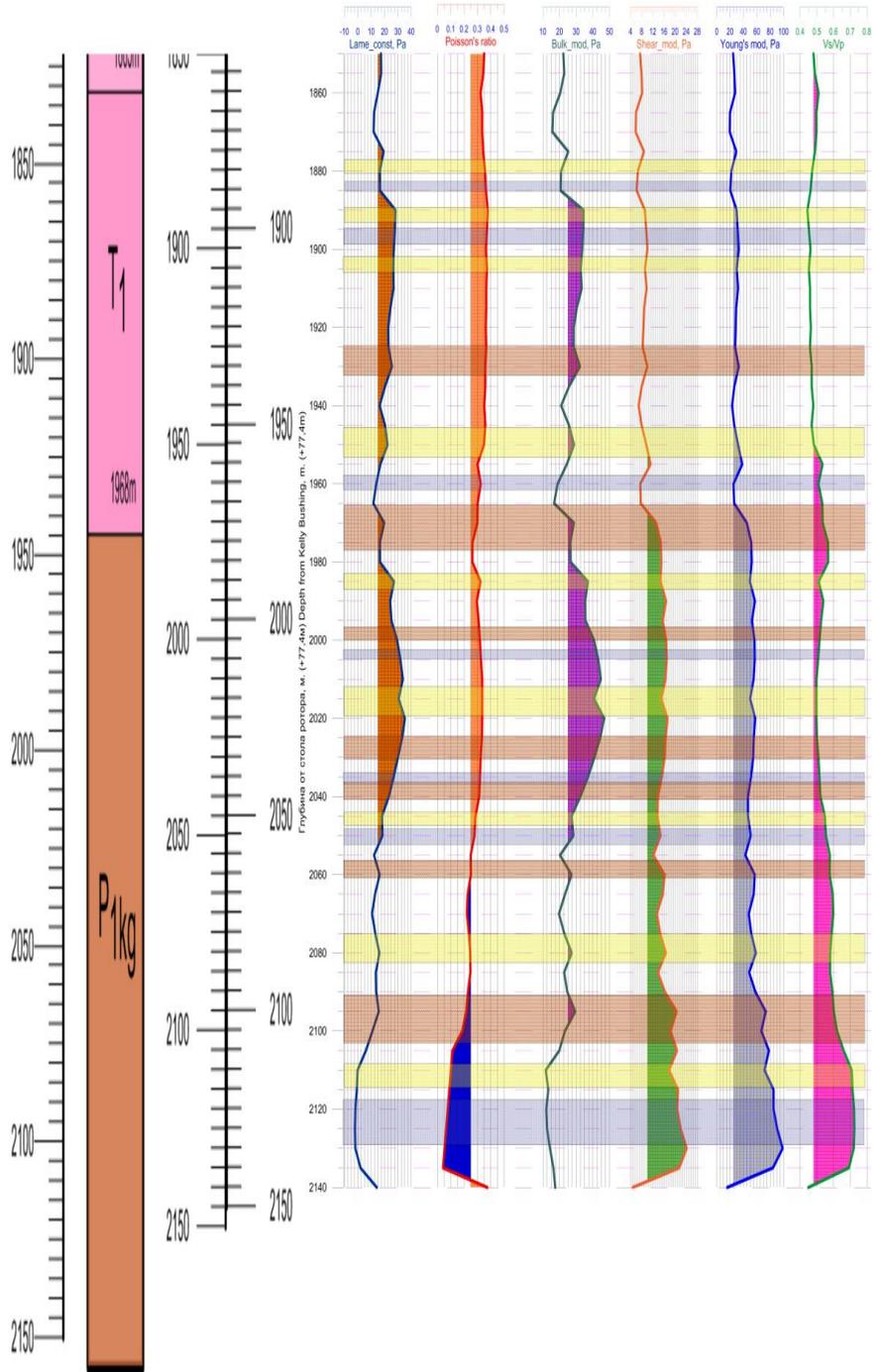
График упругих свойств среды по направлению к ПВ-3.  
Graphics of elastic characteristics of propagation medium to SP-3.



**Условные обозначения:**  
(Качественная оценка ФЕС по данным изучения упругих параметров P и S-волн)

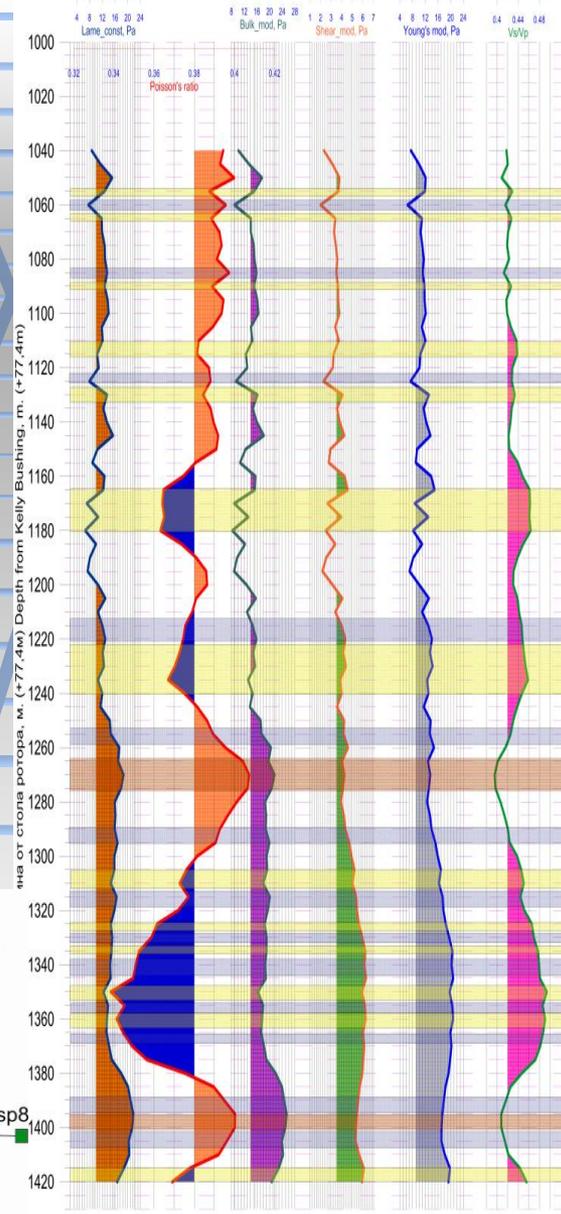
зона "сравнен"	зона с высокой скоростью	- Коллектор с хорошей проницаемостью
зона с низкой скоростью	зона с низкой скоростью	- Коллектор со слабой проницаемостью
зона с высокой скоростью	зона с низкой скоростью	- Непроницаемые породы, возможно поршаники
зона с низкой скоростью	зона с высокой скоростью	- Зона уплотнения по $\Delta \rho$ (Коэф. Пуассона)

График упругих свойств среды по направлению к ПВ-5.  
Graphics of elastic characteristics of propagation medium to SP-5.

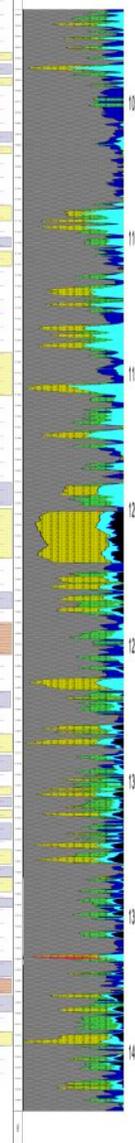




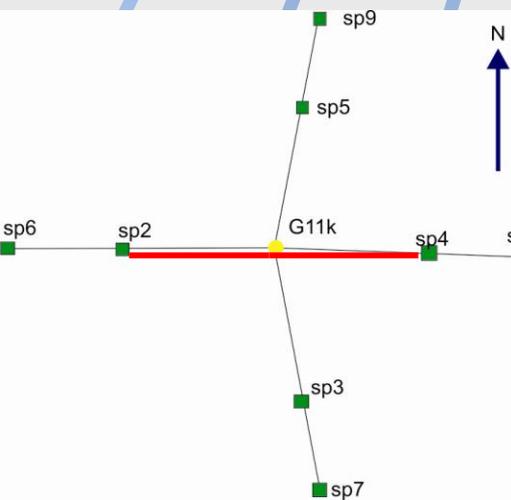
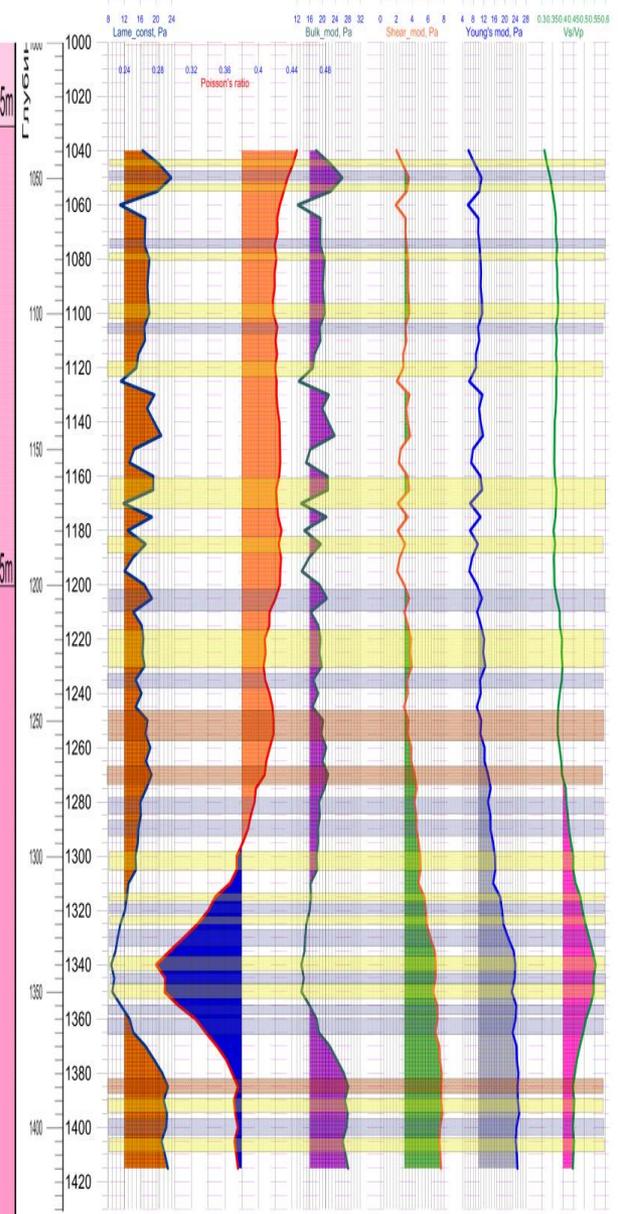
Графики упругих свойств среды по направлению к ПБ-2.  
 Graphics of elastic characteristics of propagation medium to SP-2.



Результат по оперативной интерпретации комплекса ГИС



Графики упругих свойств среды по направлению к ПБ-4.  
 Graphics of elastic characteristics of propagation medium to SP-4.

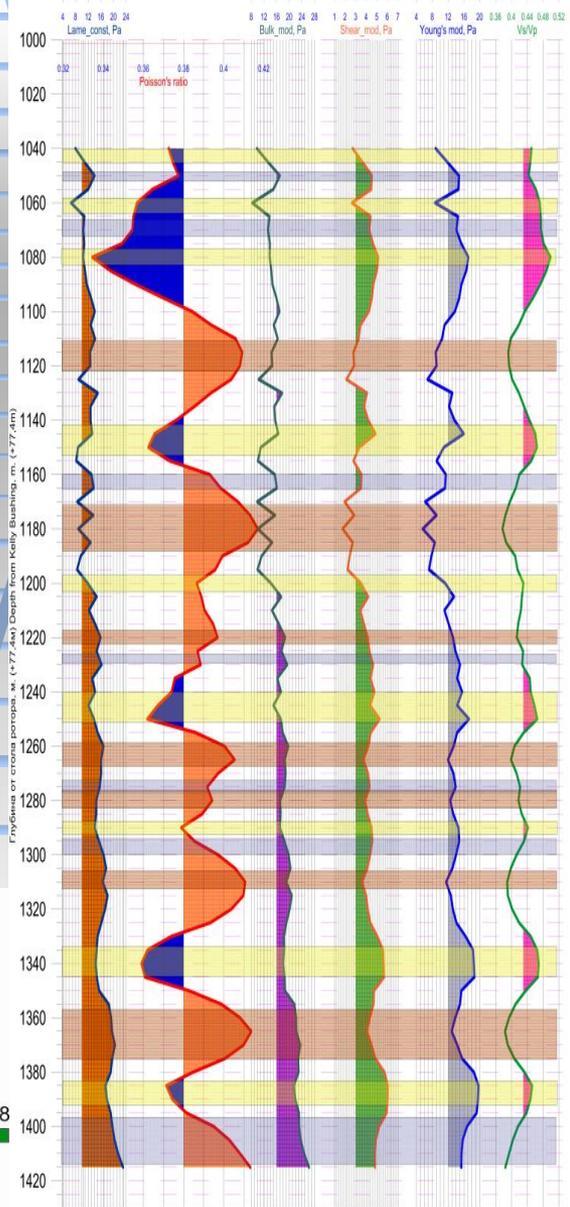


- Условные обозначения
- песч. порист.
  - глинистая
  - карбонатный песок
  - карбонат
  - глина
  - глинистая
  - карбонатная
  - ПС

- Условные обозначения:  
 (Качественная оценка ФЕС по данным изучения упругих параметров P и S-волн)
- Коллектор с хорошей проницаемостью
  - Непроницаемые породы, возможно пористые
  - Коллектор со слабой проницаемостью
  - Зона уплотнения по  $\Gamma/\Pi$  (Коэф. Пуассона)



График упругих свойств среды по направлению к ПВ-5.  
Graphics of elastic characteristics of propagation medium to SP-5.



Результат по оперативной интерпретации комплекса ГИС

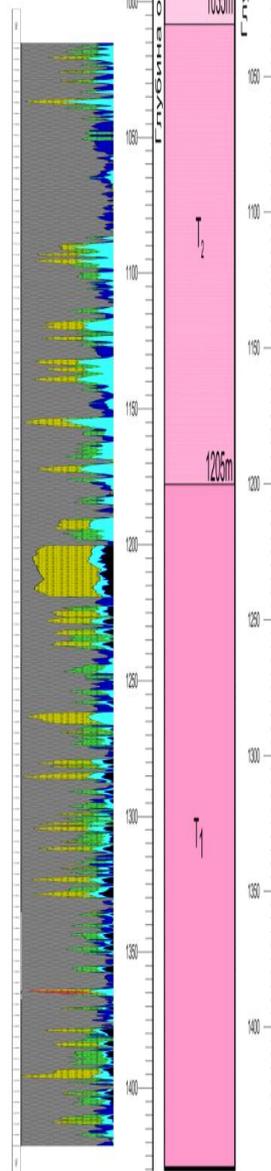
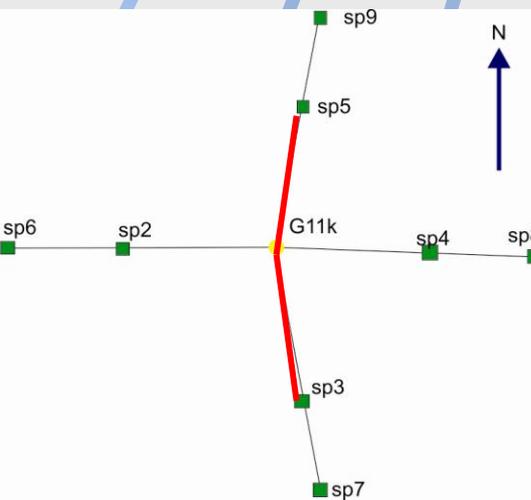
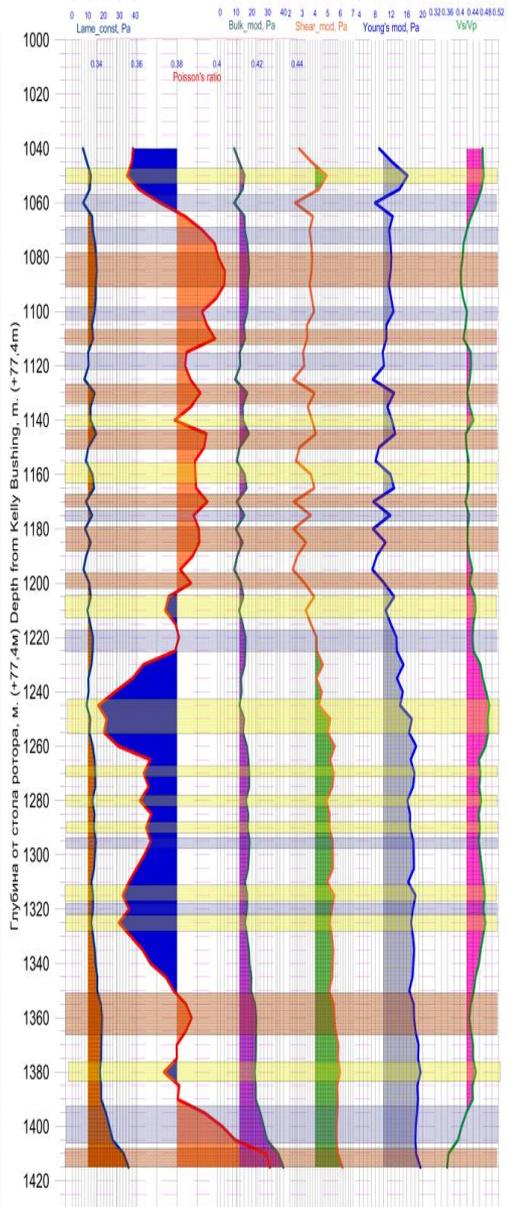


График упругих свойств среды по направлению к ПВ-3.  
Graphics of elastic characteristics of propagation medium to SP-3.



- Условные обозначения:
- Светло-серый: песок
  - Желтый: ил
  - Зеленый: супесчаный ил
  - Синий: глина
  - Красный: глина
  - Черный: глина
  - Светло-голубой: известняк
  - Синий: известняк
  - Черный: глина

- Условные обозначения:  
(Качественная оценка ФЕС по данным изучения упругих параметров P и S-волн)
- Желтый: Коллектор с хорошей проницаемостью
  - Светло-голубой: Коллектор со слабой проницаемостью
  - Коричневый: Непроницаемые породы, возможно покрышки
  - Синий с белыми точками: Зона уплотнения по ГП (Коэф. Пуассона)



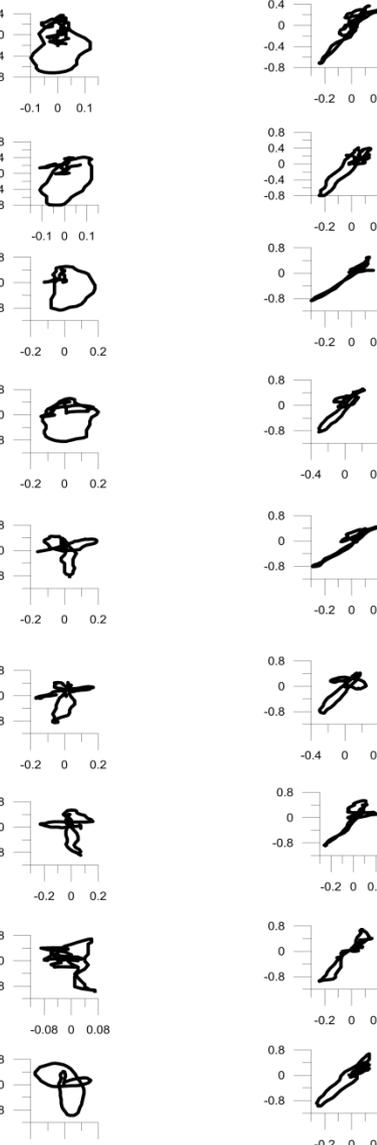
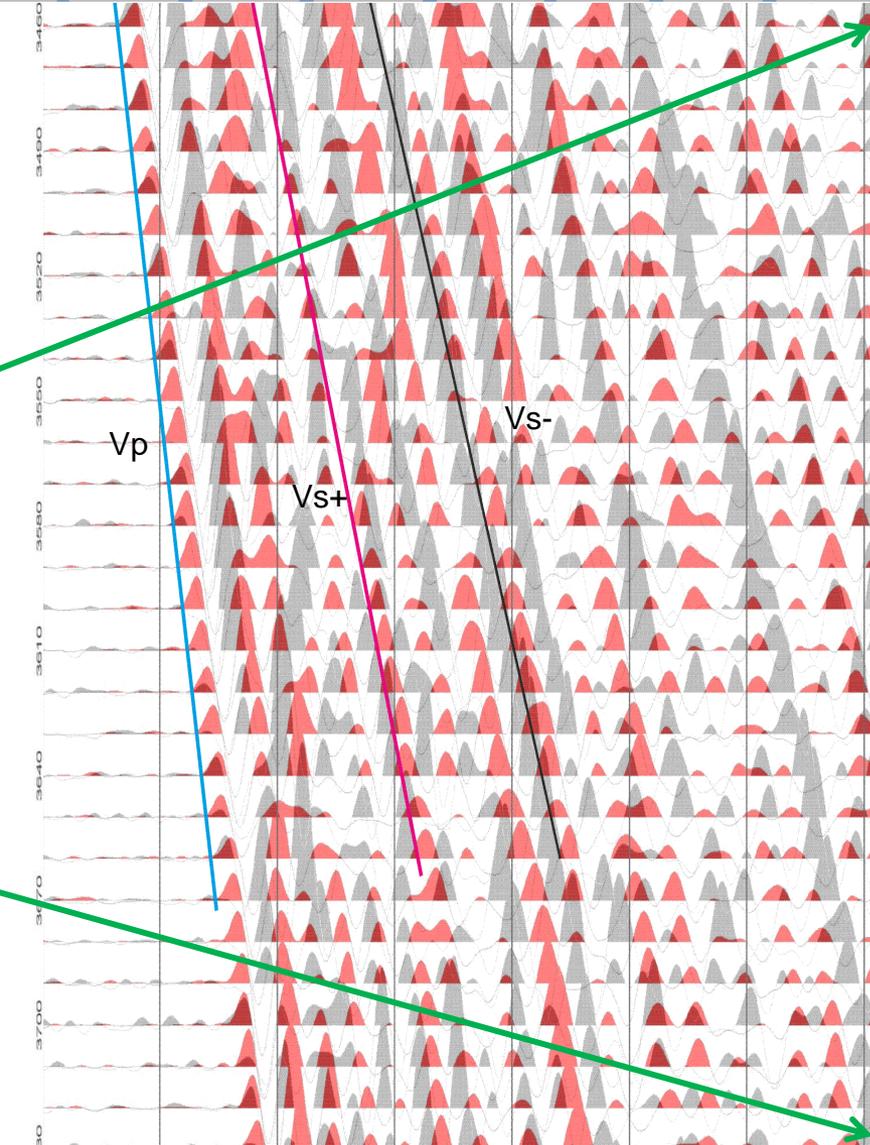
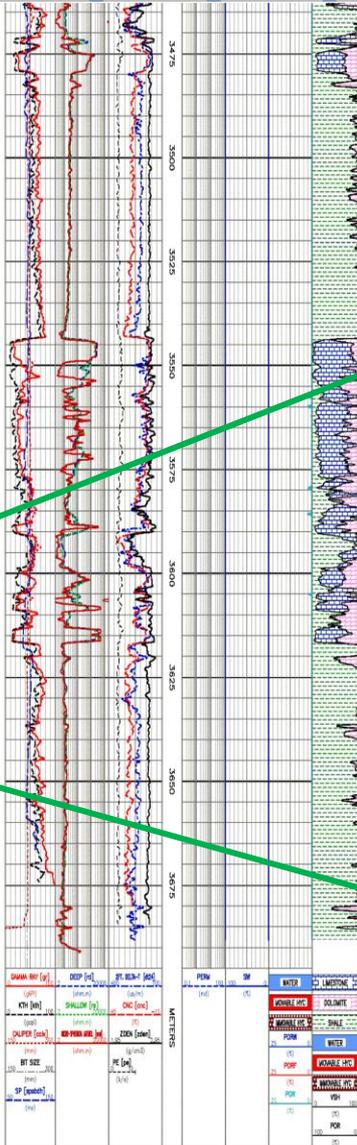
# Выделение зон трещиноватости по проекциям траекторий смещения частиц среды в первых вступлениях Р-волны Isolation of fracture zones in the projections of the trajectories of particle displacement medium in the first arrivals of P-waves

Плоскость

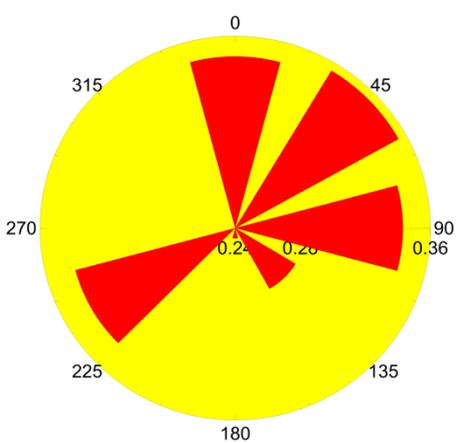
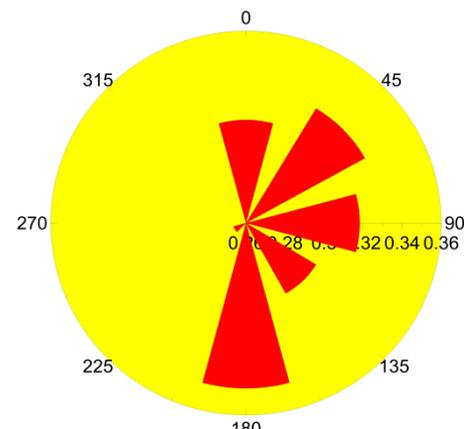
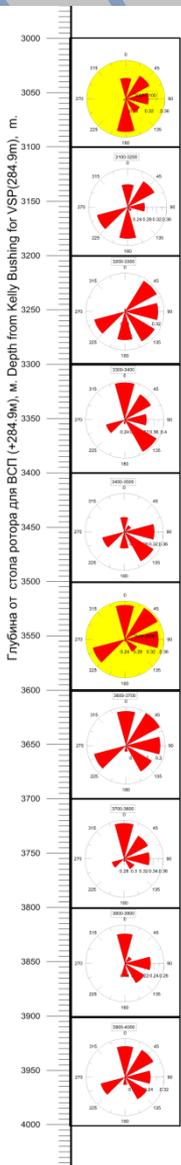
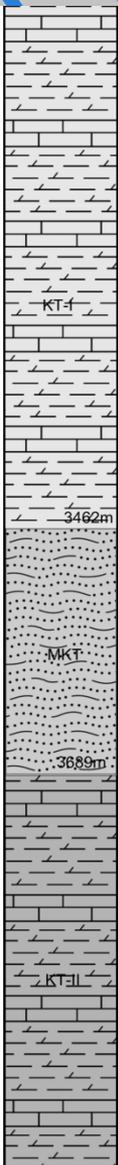
Y O Z

X O Z

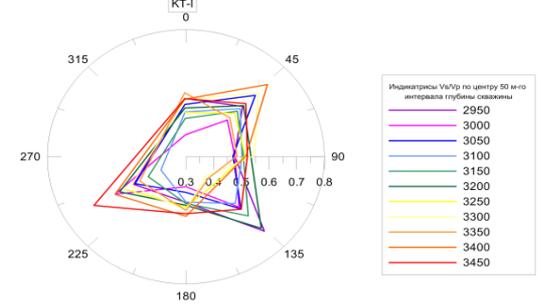
KT-2:



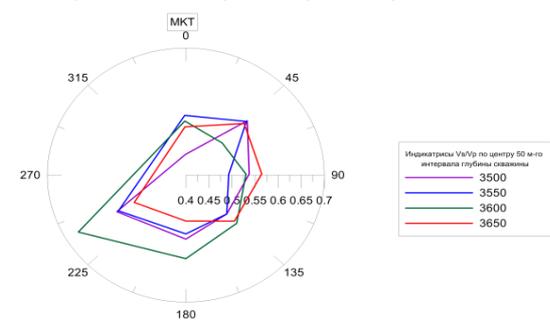
KT-II



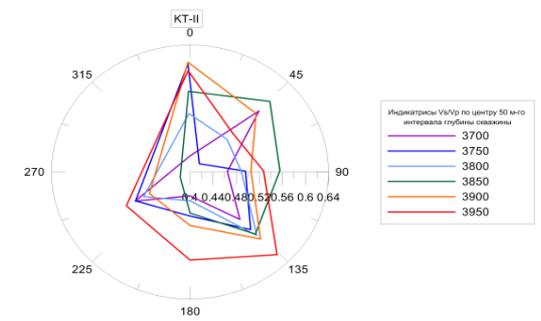
Индикатрисы отношения  $V_s/V_p$  для KT-1 (2967-3454 м.)



Индикатрисы отношения  $V_s/V_p$  для MKT (3454-3681 м.)



Индикатрисы отношения  $V_s/V_p$  для KT-II (3681-4030 м.)



## Выводы

1. Изучение анизотропных свойств в скважинной сейсморазведке позволяет уточнить точность построения эффективной сейсмической модели, и в результате, более точно построить сами структуры. Опыт показал, что используя изотропное поле скоростей нельзя отобразить одновременно пологие и крутые склоны

2. В результате проведения работ нашло подтверждение факты азимутальной изменчивости упругих свойств среды в околоскважинном пространстве, т.е., по поведению упругих свойств, можно классифицировать сложность строения околоскважинного пространства.

3. Выяснилось, что для изучения азимутального распределения упругих свойств лучше подходит методика Az VSP. Ее преимущества: А) точечный источник возбуждения, с возможностью выбора его местоположения. Б) более точный учет ЗМС в окрестности точки возбуждения. В) можно оценить совместно с сейсмо-моделированием оптимальность максимального расстояния источник-приемник (взрыв-прибор). Г) возможность работать в условиях населенных пунктов, городской застройки, в условиях интенсивной разработки нефтяных и газовых месторождений и т.д.

4. Но, к сожалению, для всего этого плохо разработана теоретическая база, матобеспечение и технология применения скважинных сейсмических методов для изучения горизонтальной (HTI), вертикальной (VTI) и наклонной (TTI) анизотропии.

## Conclusions

1. The study of the anisotropic properties in a borehole seismic survey allows us to refine the accuracy of building an effective seismic model, and as a result, more precisely to build the structures themselves. Experience has shown that using an isotropic velocity field can not be displayed at the same time gentle and steep slopes

2. As a result of the work has been confirmed facts of the azimuthal variation of the elastic properties of the medium in the borehole environment, ie, the behavior of the elastic properties can be classified the complexity of the structure of the borehole environment.

3. It was found that for the study of the azimuthal distribution of the elastic properties is the best method of Az VSP. Its benefits: А) point source excitation, with a choice of its location. Б) a more detailed account of low-velocity zones in the vicinity of the point of excitation. В) more accurately assess in conjunction with seismic modeling optimal maximum distance source-receiver (explosion-device). Г) able to work in settlements, urban development in the conditions of intensive development of oil and gas field etc.

4. But, unfortunately, for all of this poorly designed theoretical base mathematical software and application technology of borehole seismic methods for studying the horizontal (HTI), vertical (VTI) and inclined (TTI) anisotropy.

*СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ !*  
*THANK YOU FOR YOUR ATTENTION!*