

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
УХТИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
(УГТУ)

ПОСТРОЕНИЕ СТРУКТУРНЫХ КАРТ

*Методические указания и задания для выполнения
лабораторной работы по дисциплине
«Структурная геология»*

Ухта 2010

УДК 551.24(075)

М 62

Минова Н. П. Построение структурных карт [Текст]: метод. указания и задания для выполнения лабораторной работы по дисциплине «Структурная геология» / Н. П. Минова. – Ухта: УГТУ, 2010. – 28 с.

Методические указания предназначены для студентов очной и безотрывной форм обучения специальностей 130306 – «Прикладная геохимия, петрология, минералогия» и 130304 – «Геология нефти и газа» направления 130300 – «Прикладная геология». Методические указания могут быть использованы для самостоятельного изучения студентами темы «Структурные карты» дисциплины «Структурная геология» и выполнения лабораторной работы по данной теме, а также для подготовки к защите лабораторной работы.

В методических указаниях рассмотрены теоретические основы и методика построения структурных карт по данным бурения скважин.

Содержание методических указаний соответствует рабочей учебной программе дисциплины «Структурная геология».

Методические указания рассмотрены и рекомендованы к изданию кафедрой МиГ (протокол №8 от 19.11.10 г.)

Рецензент: доцент кафедры М и ГГГ к. г.- м. н. Бакулина Л. П.

Редактор: профессор кафедры М и ГГГ к. г.- м. н. Плякин А. М.

В методических указаниях учтены замечания рецензента и редактора.

План 2010, позиция 99.

Подписано в печать 24.11.2010 г. Компьютерный набор.

Объем 28с., тираж 100 экз. Заказ № 247.

©Ухтинский государственный технический университет

169300, г. Ухта, ул. Первомайская, 13.

Отдел оперативной полиграфии УГТУ.

169300, г. Ухта, ул. Октябрьская, 13.

ВВЕДЕНИЕ

В методических указаниях приводятся краткие сведения о картах в изолиниях, способах их построения и использовании. Особое внимание уделено структурным картам, получившим наибольшее распространение в геологической практике при поисках разведке и разработке месторождений нефти и газа.

На изучение данной темы предусматривается 4 часа аудиторных занятий и 4 часа самостоятельной работы студента.

Усвоение материала проверяется выполнением домашней контрольной работы.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ КАРТ В ИЗОЛИНИЯХ

1.1. Общие сведения

Обычные геологические (хроностратиграфические) карты, отражающие распространение на дневной поверхности различных стратиграфических комплексов, по сути своей многослойны, но дают достаточно точное представление о строении главным образом приповерхностной части земной коры.

В начале XX века развивающаяся нефтяная промышленность потребовала более точного и детального изображения форм залегания слоёв горных пород, залегающих на большой глубине. Для этих целей, как и в топографии, был использован способ передачи геологической информации с помощью изолиний. Карты в изолиниях широко используются в настоящее время геологами и геофизиками при поисках и разведке полезных ископаемых при подсчёте запасов и в процессе их разработки.

Несмотря на многообразие геологических, геофизических и геохимических и ряда других параметров, представляемых в виде карт в изолиниях, все эти карты имеют схожий общий вид, обусловленный единством теоретических основ и технологии построения карт в изолиниях. Различие карт заключается в их содержании, в различии природы и смысла параметров объектов изучения.

Для геологии и горного дела разработку теоретических основ карт в изолиниях выполнил П. К. Соболевский. Основными элементами его теории являются учение о проекциях с числовыми отметками и о топографических поверхностях.

1.2. Проекция с числовыми отметками

Сущность проекций с числовыми отметками заключается в том, что на выбранную плоскость проекций прямоугольно проецируются характерные точки пространственного объекта изучения. Плоскость проекций можно располагать вертикально, горизонтально, наклонно. В проекции будут отображены лишь два его изме-

рения, характеризующие положение точки в плоскости. Третье же измерение объекта выражается числовыми отметками и записывается на плоскости проекций рядом с проекцией точки.

Таким образом, положение точки A в пространстве в проекции с числовыми отметками определяется двумя элементами:

- прямоугольной проекцией A^1 точки A на плоскость проекции H , получающейся в пересечении перпендикуляра AA^1 с плоскостью H (рис.1);
- числовой отметкой $(3,0)$ проекции точки A , определяющей её расстояние от плоскости проекции H .

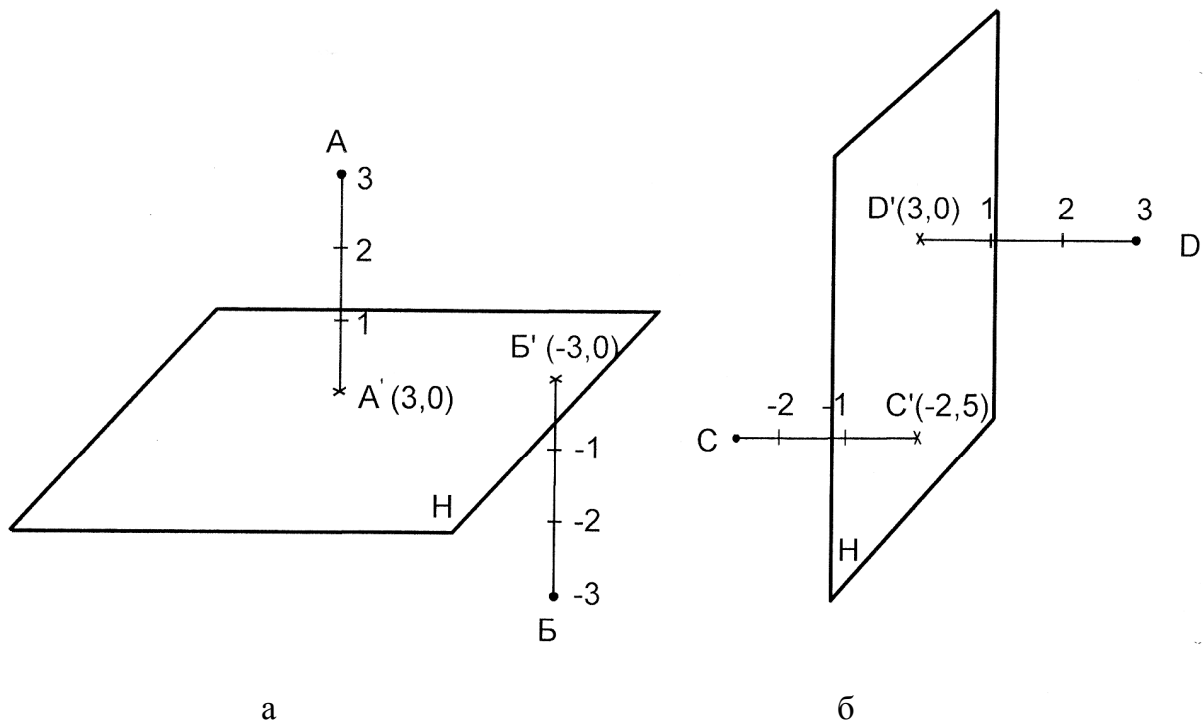


Рис. 1. Проекции с числовыми отметками: а – точек A и B на горизонтальную плоскость проекций; б – точек D и C на вертикальную плоскость проекций

При этом плоскости проекций H присваивается нулевое значение числовой отметки. Числовые отметки точек, расположенных выше или справа от плоскости проекций, считаются положительными, а точек, расположенных ниже или слева от плоскости проекций, – отрицательными. Знак “+” обычно опускается перед числовой отметкой, но знак “–” должен быть проставлен обязательно. *При построении структурных карт за плоскость проекций принимается горизонтальная плоскость, совпадающая с уровнем Мирового океана.*

Для полного определения положения точек в проекциях с числовыми отметками необходимо ещё наличие масштаба и единицы измерения параметра, выраженного числовой отметкой.

I.3. Топографические поверхности

Структурные карты, которые являются разновидностью карт в изолиниях, строятся для топографических поверхностей. К топографическим относятся поверхности, для которых выполняются следующие условия.

Условие однозначности координат точек поверхности.

Топографическая поверхность дает в пересечении с отвесной линией только одну точку пересечения. Например, винтовая поверхность для которой проекция C' на плоскости проекций будет соответствовать нескольким точкам на самой поверхности, не может быть изображена на карте в изолиниях. В геологии иногда это условие не соблюдается. Например, при изображении опрокинутой складки, когда отвесная линия пересечет изучаемую поверхность два раза: в нормальном крыле и опрокинута. В этом случае для каждого крыла строится своя система изолиний, которые совмещаются на одной карте.

Условие конечности координат точек поверхности.

Это условие означает, что топографические поверхности не имеют бесконечно больших высот и глубин и значения параметра не бывают равны бесконечности.

Условие непрерывности поверхности.

Топографические поверхности не имеют разрыва сплошности. В геологии при нарушении изучаемой поверхности дизъюнктивными дислокациями структурная карта строится отдельно для каждого блока (крыла) разрывного нарушения, затем эти две карты совмещаются на одном листе.

Условие плавности очертаний форм поверхности.

Изменение параметров топографической поверхности происходит постепенно, плавно. Небольшому изменению координат x и y соответствует и небольшое изменение третьей координаты – картируемого параметра.

К числу топографических поверхностей относится дневная поверхность Земли, которая изображается на топографических картах. Отсюда и произошло общее название поверхностей, отвечающих перечисленным условиям.

Следствием принадлежности поверхности к топографической является линейный закон изменения числовых отметок на отрезке между двумя соседними точками на плоскости проекций.

I.4. Карты в изолиниях

Способ изолиний используется в геологии для характеристики тех объектов, процессов и явлений, которые отвечают условиям принадлежности к топографическим поверхностям.

Изолиниями (от греческого “изос”, что значит равный, одинаковый) называют кривые, проходящие на карте по точкам с одинаковыми значениями картируемого параметра.

Примером изолиний являются горизонтали рельефа, т.е. линии, соединяющие на проекции земной поверхности точки с равными значениями абсолютных высот рельефа.

Одна, даже замкнутая, изолиния не характеризует топографическую поверхность. По её отметке нельзя определить направление и градиент изменения изучаемого параметра, нельзя составить представление о форме поверхности. Представление об объекте даёт только совокупность или система изолиний, что определяет важность выбора интервала между изолиниями, требует согласования и совместного обобщения изолиний.

Изолинии одной топографической поверхности не могут пересекаться, раздваиваться, ветвиться.

Достоинством изолиний, как средства передачи информации, является простота их построения, наглядность, высокая точность. При этом карты в изолиниях требуют очень краткого пояснения в легенде. Недостатком способа изолиний является то, что они являются графическими моделями лишь одной, выбранной геологом, граничной поверхности. Карты теряют наглядность при совмещении на них двух и более систем изолиний.

2. СТРУКТУРНЫЕ КАРТЫ

2.1. Общие сведения

В геолого-геофизической практике известно несколько видов карт в изолиниях: карты денудационных поверхностей, структурные карты, карты изохор (равных вертикальных мощностей) и изопакит (равных истинных мощностей), карты глубин залегания сейсмических поверхностей и т.д.

Наибольшим распространением в геологической практике пользуются структурные карты.

Структурные карты (СК) – это плоские графические модели в изолиниях фигур седиментационных поверхностей, образовавшихся в процессе осадконакопления, или условных хроностратиграфических граничных поверхностей (кровли, подошвы пласта и т.д.).

Изолинии структурных карт являются линиями равных абсолютных отметок изучаемой поверхности. Изолинии структурных карт получили название “*стратоизогипсы*” (“страто” – слой, “изо” – равный, “гипса” – глубина).

Для чтения сложных структурных карт необходимо хорошо представлять изображение на них простых структурных форм (рис. 2 - 7).

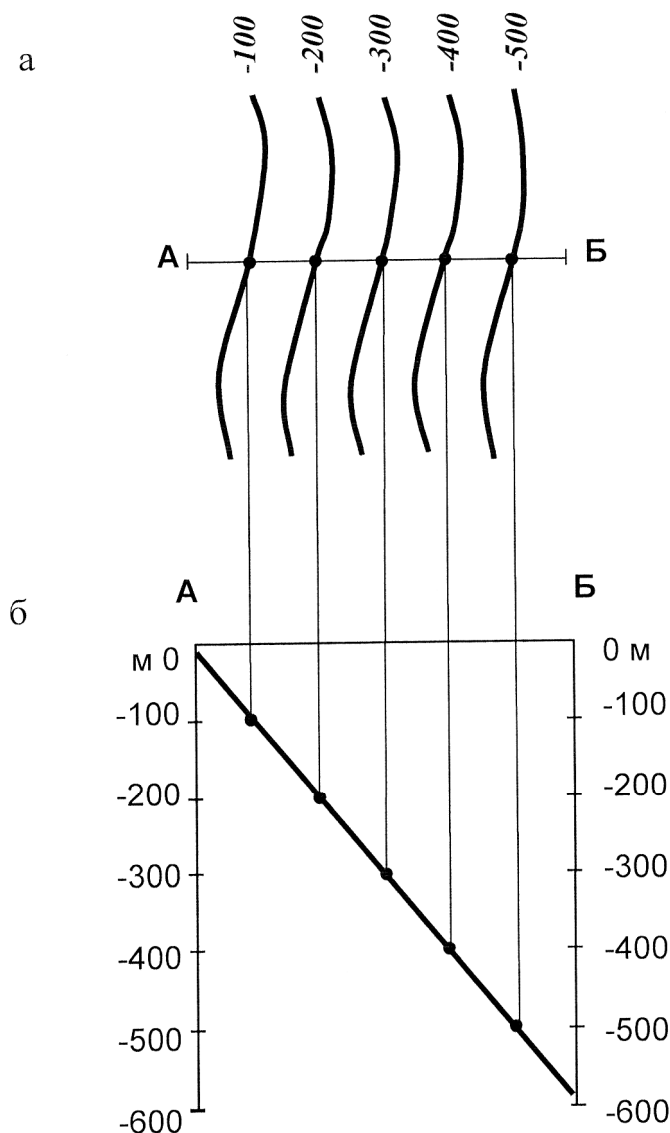


Рис. 2. Изображение моноклинали: а – на структурной карте; б – в разрезе

2.2. Способы построения структурных карт

Существует несколько способов построения структурных карт. Все они различаются лишь путями нахождения абсолютных высот точек изучаемой поверхности:

- построение структурных карт по структурным точкам;
- построение структурных карт с помощью карты схождения;
- построение структурных карт по профильным разрезам.

В данной работе рассматривается наиболее часто применяемый способ построения СК – построение структурных карт по структурным точкам (способ треугольников).

2.3. Построение структурных карт по структурным точкам(способ треугольников)

Этот способ полностью соответствует общей схеме построения карт в изолиниях.

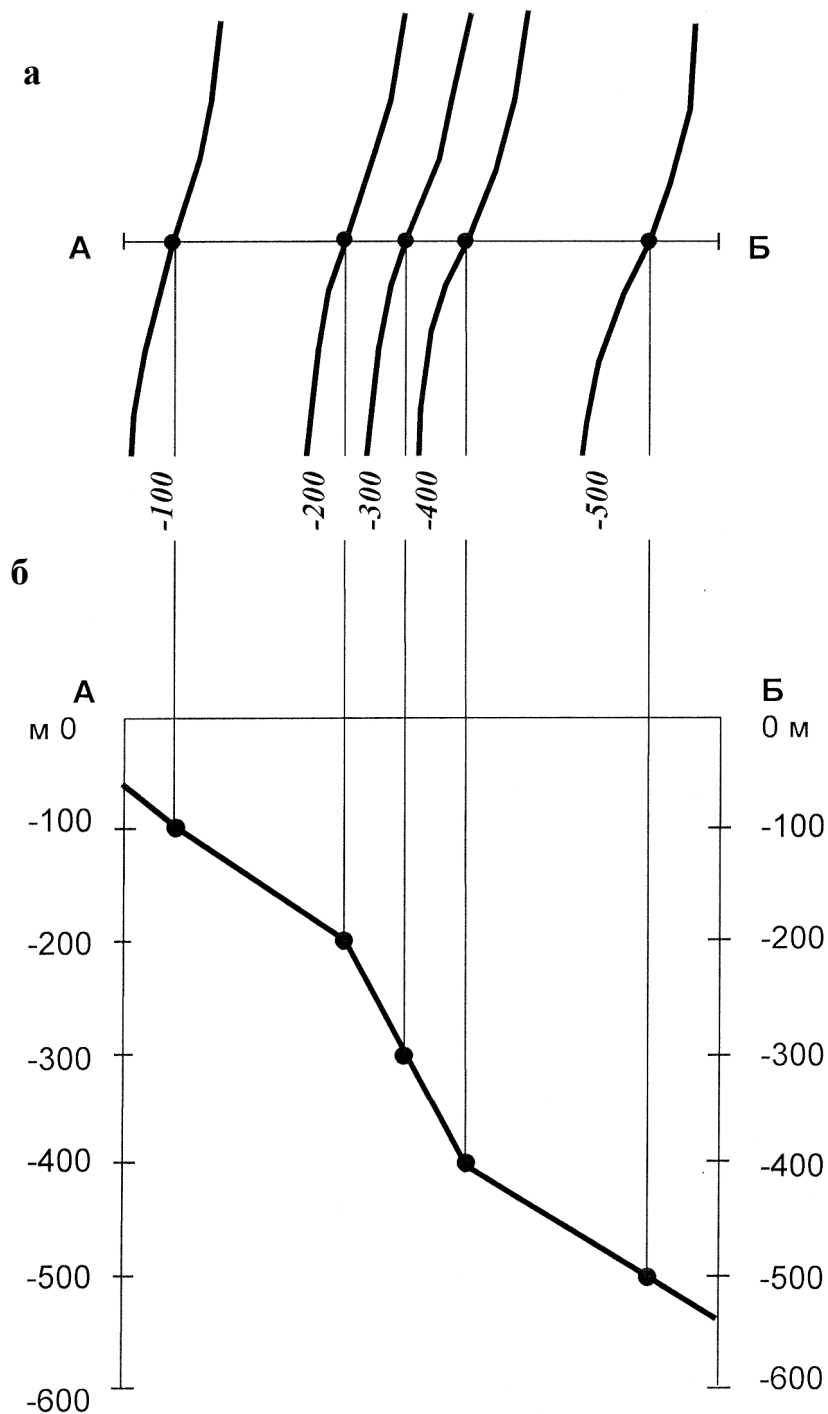


Рис. 3. Изображение флексуры: а – на структурной карте; б – в разрезе

Иногда этот способ называют способом “треугольников”, т.к. разбивка на треугольники является промежуточной операцией в процессе построения карт.

Построение структурных карт этим методом даёт хорошие результаты при изучении сравнительно пологих, ненарушенных дизъюнктивными дислокациями структур. Он используется при построении структурных карт платформенных поднятий и простых пологих структур складчатых областей.

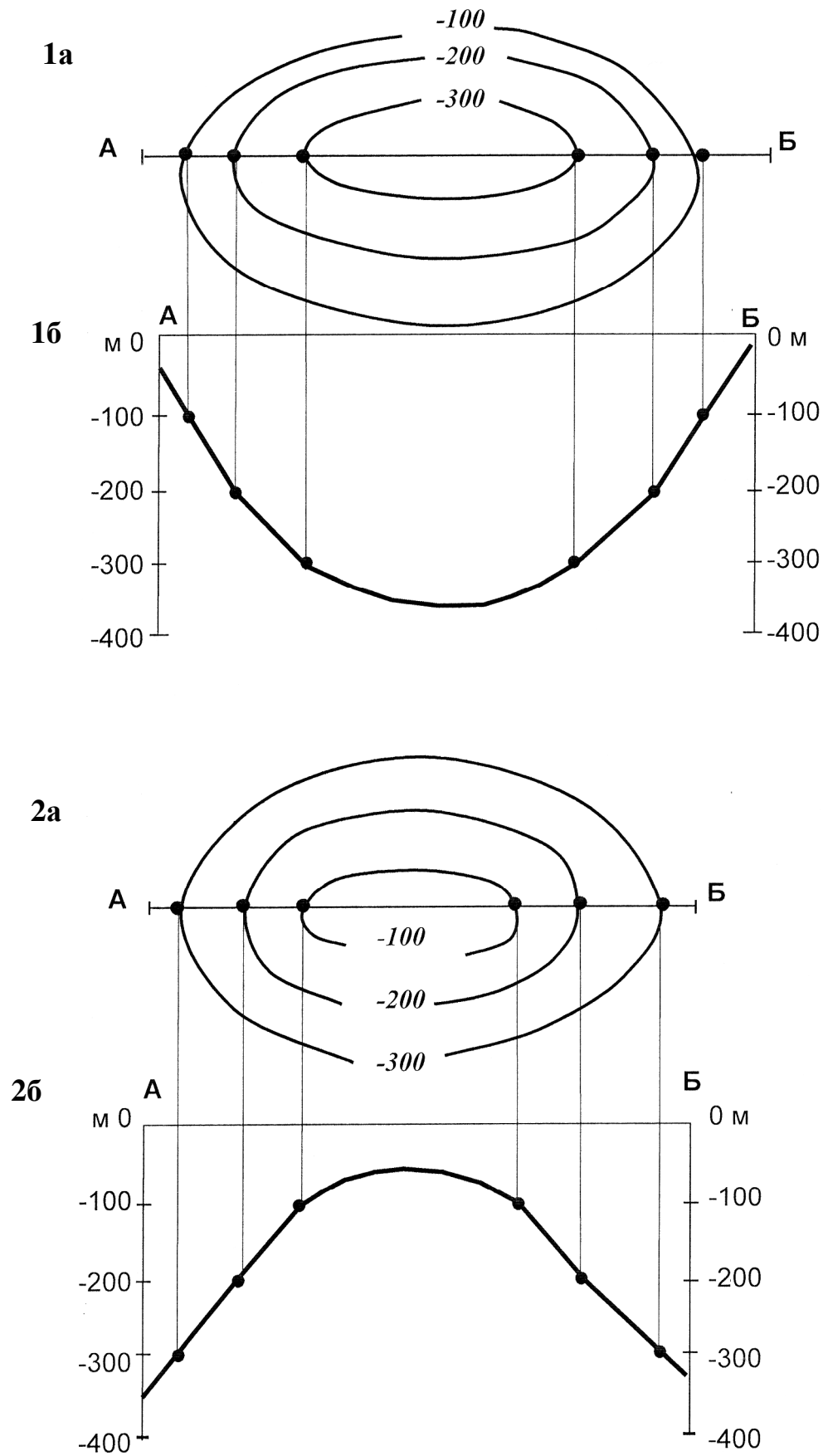


Рис. 4. Изображение синклинальной (1) и антиклинальной (2) складок:
а – на структурной карте; б – в разрезе

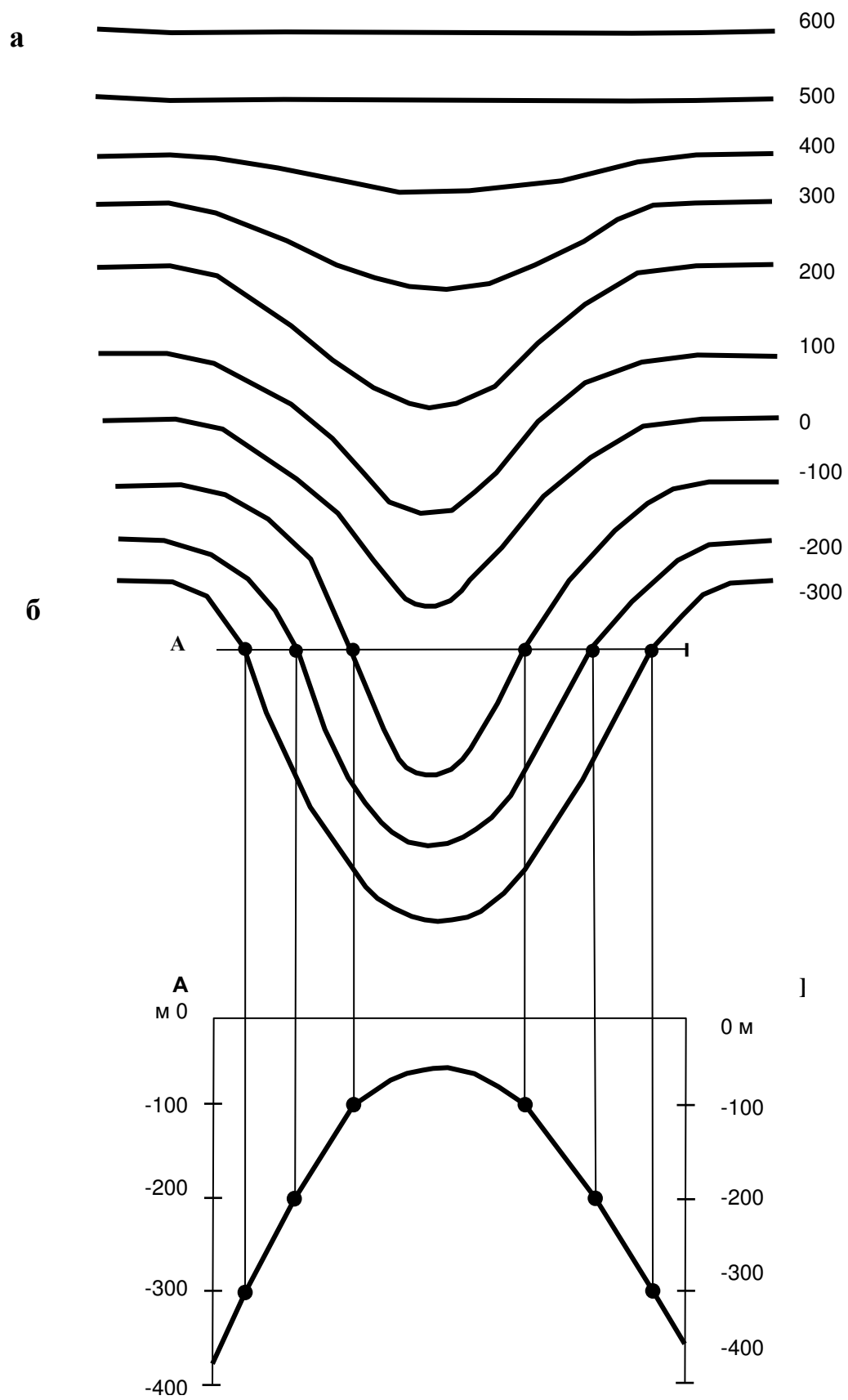


Рис. 5. Изображение структурного носа: а – на структурной карте; б – в поперечном разрезе

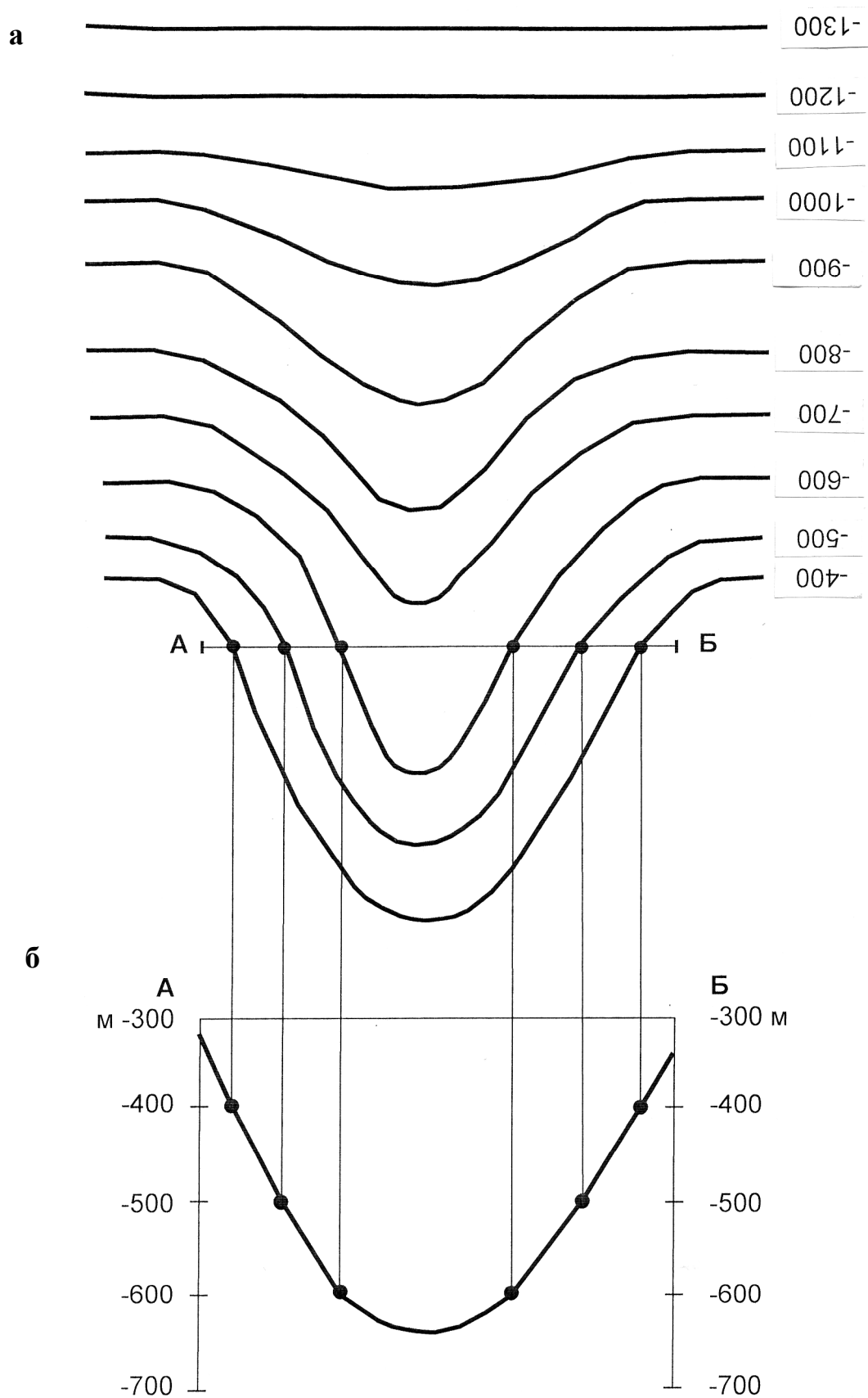


Рис. 6. Изображение структурной мульды: а – на структурной карте; б – в поперечном разрезе

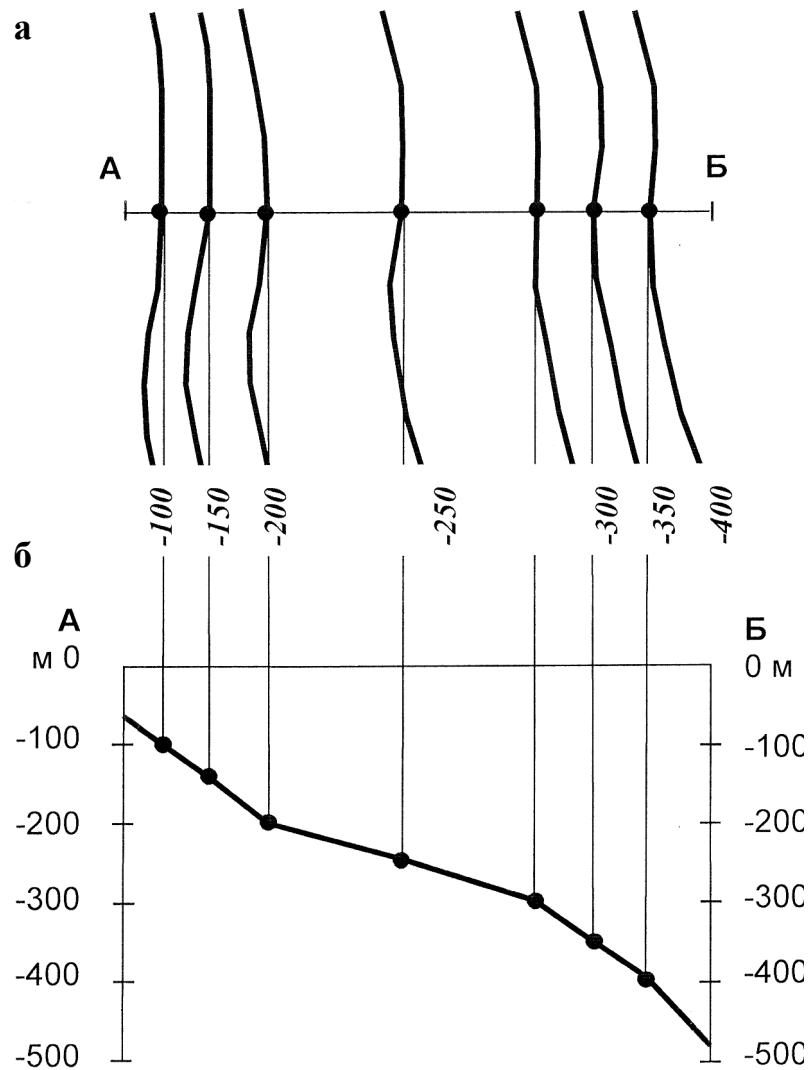


Рис. 7. Изображение структурной террасы: а – на структурной карте; б – в разрезе

2.4. Исходная информация задания

- азимуты направлений и расстояния от опорного пункта до скважин или расстояние между скважинами в сетке скважин.
- альтитуды скважин.
- глубины залегания изучаемых граничных геологических поверхностей (кровли или подошвы пласта) в скважинах.

Каждый студент выбирает вариант (приведены в конце методических указаний), номер которого соответствует порядковому номеру фамилии студента в журнале группы. Сначала студент должен построить структурную карту методом треугольников по кровле более молодого стратиграфического подразделения задания. Затем строится карта изохор (равных вертикальных мощностей).

2.5. Последовательность выполнения работы

2.5.1. Построение плана расположения структурных точек (скважин).

Под структурной точкой понимается такая точка картируемой поверхности, в которой установлена (или может быть найдена) числовая отметка этой поверхности. В данном задании это скважины, вскрывшие картируемую поверхность.

На ориентированной по сторонам света лист плотной бумаги формата А4 (210x297 мм) нанести проекции всех скважин, в которых можно вычислить числовую отметку (в нашем случае это абсолютная отметка кровли верхнего горизонта задания).

Проекция опорного пункта берется в центре листа бумаги и обозначается буквой О и треугольником размером 3 мм. В указанном в задании масштабе по азимуту и расстоянию от опорного пункта отмечаются на листе бумаги проекции всех скважин. Справа от проекций скважин, которые обозначаются на плане как кружок диаметром 3 мм, записывается в числителе дроби её номер, а в знаменателе – абсолютная отметка изучаемой поверхности в этой скважине.

2.5.2. Вычисление числовой отметки картируемой поверхности в каждой структурной точке.

В задании приведены альтитуды (Alt) скважин и глубины залегания (ГЗ) изучаемой поверхности в скважине.

Альтитудой скважины называется абсолютная отметка поверхности Земли в точке заложения скважины.

Числовая отметка (в нашем случае абсолютная отметка кровли изучаемого слоя) находится путем вычитания из альтитуды глубины залегания картируемой поверхности в этой скважине.

Например: Alt = 200 м, ГЗ = 500 м, Абс. отм. = 200 м – 500 м = – 300 м

При положительных значениях абсолютных отметок знак “+” опускается, а при отрицательных значениях знак “–” обязательно проставляется перед числом.

Использование абсолютных отметок, а не глубин залегания поверхности, позволяет, исключить влияние рельефа поверхности Земли на форму моделируемой поверхности.

2.5.3. Подготовка к интерполяции.

Построить СК, используя только вычисленные в скважинах числовые отметки, невозможно. Их очень мало и они могут иметь разные значения. Необходимо найти для изучаемой поверхности дополнительно точки, в которых числовые отметки будут кратны какому-то, выбранному Вами, высотному интервалу – сечению изолиний (стратоизогипс). Это можно сделать, выполнив линейную интерполяцию числовых отметок изучаемой поверхности между соседними скважинами.

Интерполяцией в математике называют нахождение промежуточных значений величины по некоторым известным её значениям. В нашем случае это нахождение точек со значениями абсолютных отметок, кратными выбранной высоте сечения изолиний, на линии между точками (скважинами), в которых известны числовые отметки изучаемой поверхности.

Выбирая линии для интерполяции, следует соблюдать два основных требования к ним.

Первое правило – через ось не интерполируют. Под осями понимают проекции на плоскость проекций линий, по которым моделируемая поверхность испытывает перегибы.

Примером “осей” современного рельефа служат водораздельные линии и тальвеги (водосборные линии). В структурной геологии аналогами их являются оси складок.

Несоблюдение этого правила ведёт к резкому искажению формы моделируемой поверхности. Интерполяция между точками, расположенными по разные стороны от оси, приводит к исчезновению (сглаживанию) вершин складок, уменьшению амплитуды структур и т.д. Карта на этом участке не будет соответствовать действительности.

Геологи и геофизики в отличие от топографов не могут наблюдать визуально изучаемые объекты. Они строят карты в изолиниях поверхностей, которые или располагаются на большой глубине или вообще являются абстракциями. Поэтому им очень важно правильно определить положение осей, которые соответствуют на картах инвариантным линиям.

Для проведения осей нужно использовать дополнительно геофизические материалы и другие геологические карты.

После анализа числовых отметок, проводят проекции осевых линий объектов изучения. При дальнейшем построении карты положение осей не изменяют и через оси не интерполируют. От правильности нахождения осевых линий зависит адекватность графической модели объекту.

Интерполирование вдоль оси возможно, а иногда и обязательно, так как шарнир складок может быть наклонным, дугообразным и т.д. На рисунке №8 ось структуры проходит в районе скважин №11,8,2,3, так как от этой линии отметки слоя уменьшаются к северу и к югу.

Второе правило – линии, по которым производится интерполяция, не должны пересекаться. Это требование следует из условия однозначности координат любой точки топографической поверхности. В случае пересечения линий интерполяции одна точка может получить два различных значения числовой отметки.

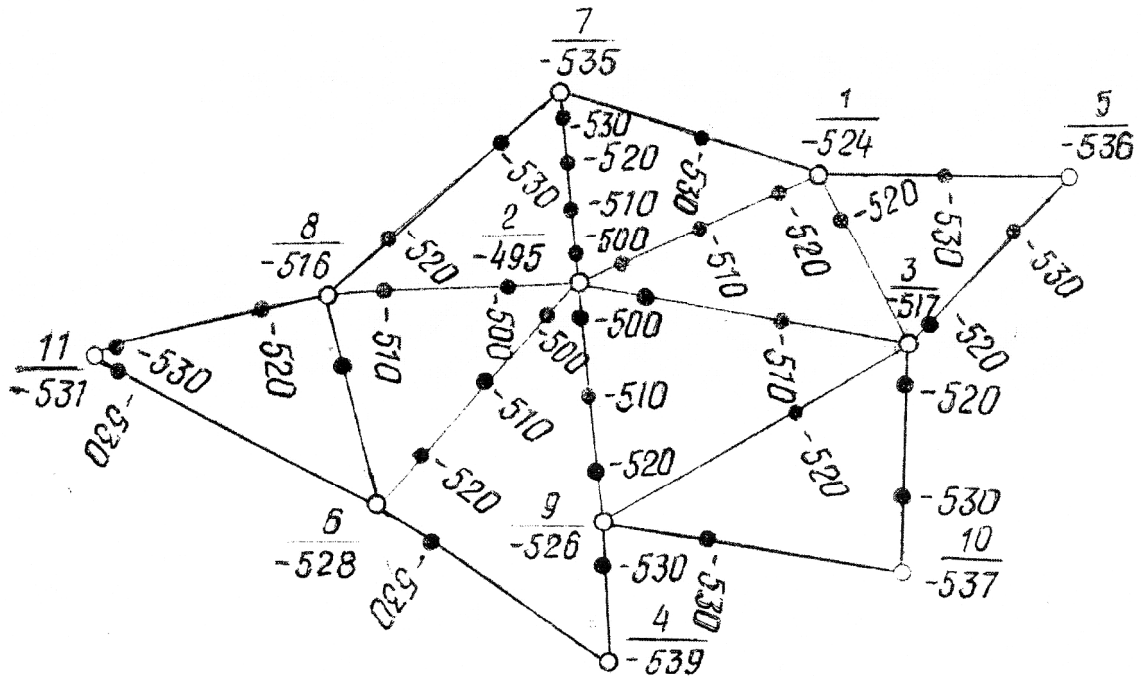


Рис. 8. Линии интерполяции с найденными на них дополнительными точками поверхности, в которых ее абсолютная отметка кратна выбранному сечению стратоизогипс.

- — точки, в которых найдены отметки поверхности, кратные сечению изолиний;
- — скважины.

Перед интерполированием все точки с известными числовыми отметками соединяются в сеть треугольников, наиболее близких к равносторонним, с соблюдением вышеперечисленных правил. Поэтому этот способ построения карт в изолиниях называют “способом треугольников”.

2.5.4. Интерполяция выбранных линий

Интерполирование удобнее всего выполнять с помощью палетки (высотной арфы), построенной на кальке. Она представляет собой ряд параллельных линий, проведенных на равных расстояниях друг от друга (обычно 5 мм). Для удобства работы ее можно оцифровать с одной стороны с выбранным интервалом сечения стратоизогипс от минимальных до максимальных отметок изучаемой поверхности. Прикладывая соответственно отметкам палетку к каждой линии – стороне треугольников, находим на ней точки, в которых эта поверхность имеет значение кратное сечению стратоизогипс (рис.9). После интерполирования получаем много дополнительных точек с величинами числовых отметок, кратными выбранной высоте сечения изолиний (см. рис. 8).

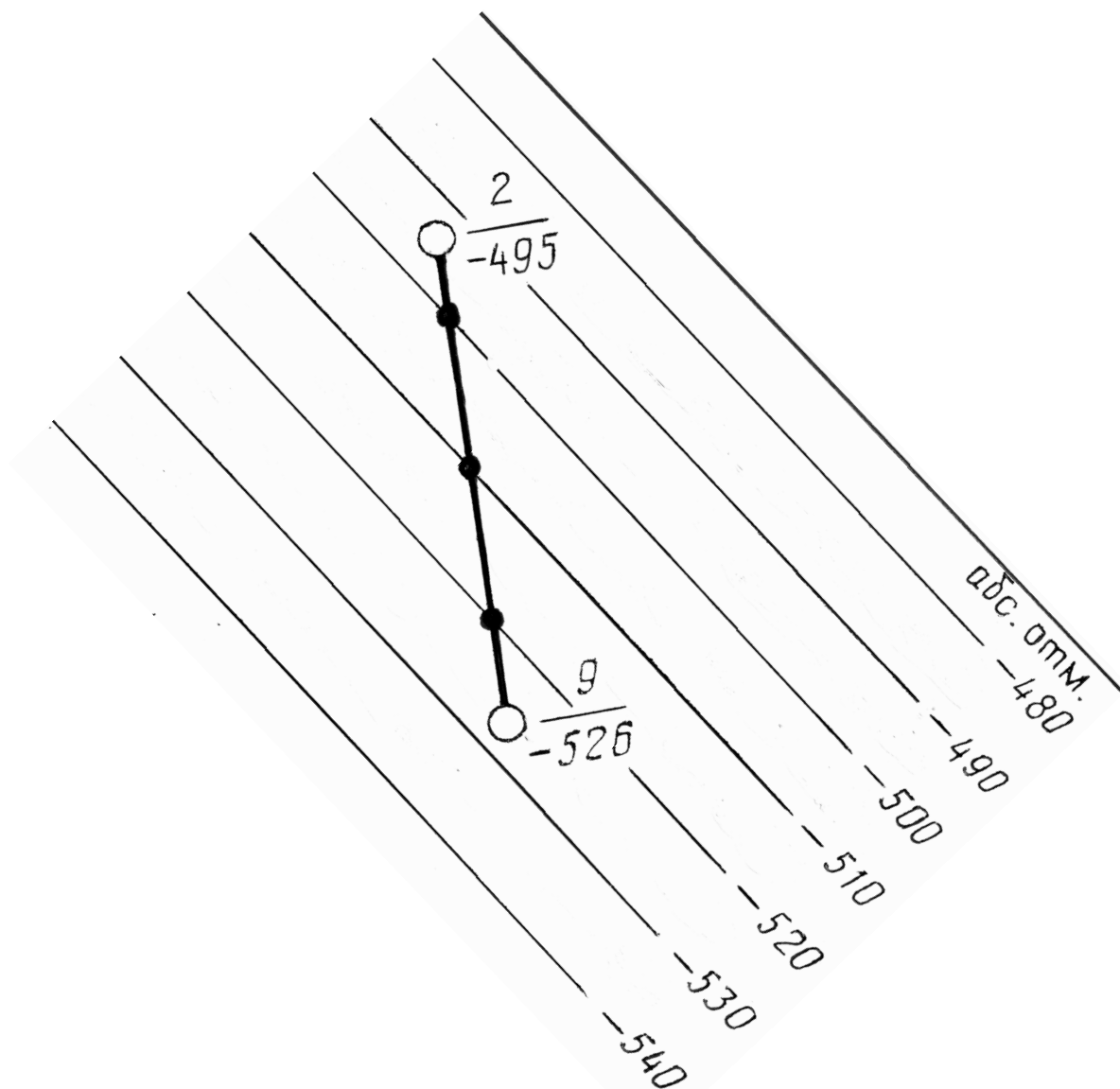


Рис. 9. Интерполяция линии, соединяющей скважины №2 и №9, с интервалом 50 м.

2.5.5. Проведение изолиний

При небольшом опыте построения карт в изолиниях рекомендуется проводить изолинии в два этапа. На первом этапе соединить точки с равными отметками, найденные интерполяцией, сначала ломаными линиями (рис. 10а). Такое построение не отвечает третьему требованию к топографическим поверхностям – плавности.

На втором этапе, уже представляя общий вид моделируемой поверхности, выполнить генерализацию (рис.10б).

Генерализация – картографический термин, обозначающий по К.А. Салищеву отбор главного существенного и его целенаправленное обобщение, имеющее в виду изображение на карте действительности в её основных, типичных чертах и характерных особенностях соответственно назначению, тематике и масштабу карты. Генерализация усиливает познавательную ценность карты, снимая второстепенное и выявляя главное в строении картографического объекта.

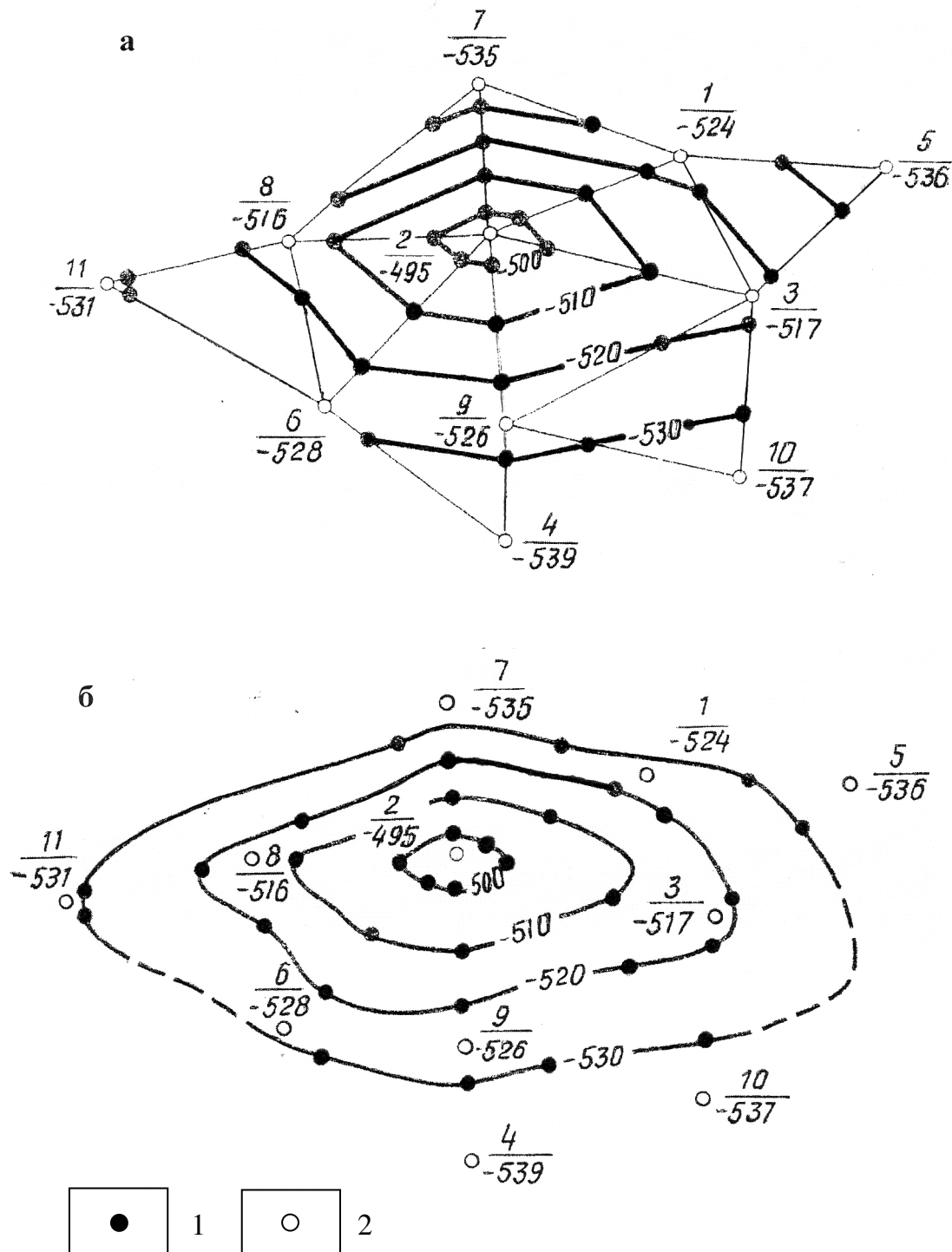


Рис. 10. Проведение стратоизогипс: а — предварительное; б — после генерализации.

1 — точки интерполяции; 2 — скважины (в числителе номер, в знаменателе — абс. отметка изучаемой поверхности)

На этом этапе изолиниям надо придать плавные очертания. Одним из основных правил генерализации карт в изолиниях является согласованность рисунка соседних изолиний: внешние изолинии должны в общих чертах повторять форму внутренних, а всякое изменение конфигурации изолиний должно быть подтверждено структурными точками. Если изолинии на карте в пределах одной и той же локальной формы плохо

согласуются между собой, то это значит, что выбрана большая высота сечения стратоизогипс и следует провести между ними среднюю изолинию.

Но следует помнить, что сглаживание и увязка формы изолиний не должны входить в противоречие с фактическим материалом – с известными числовыми отметками. Локализованная форма участка топографической поверхности должна, прослеживаться в ряде соседних изолиний. Если эта форма отражается на карте только одной изолинией, то по правилам картографии эта изолиния на карте не показывается.

При построении геологических карт в изолиниях иногда эти локальные формы сохраняются, но рассматриваются как предполагаемые.

2.5.2.6. Оцифровка изолиний

На концах изолиний или в их разрывах подписываются их числовые отметки, причём цифры своим основанием должны указывать направление уменьшения отметок (рис.11). При большой густоте изолиний допускается оцифровка не каждой изолинии, а с определённым интервалом (25, 50, 100 м и т.д.).

3.2.7. Зарамочное оформление структурной карты

Зарамочное оформление карт включает следующие надписи и пояснения (рис.11).

Над картой:

- в центре размещается её полное название (например, структурная карта кровли верхней перми Усинского месторождения);
- численный масштаб;
- ориентировка;
- слева – год составления карты. Карты устаревают. Бурение новых скважин позволяет уточнить карту и детализировать.

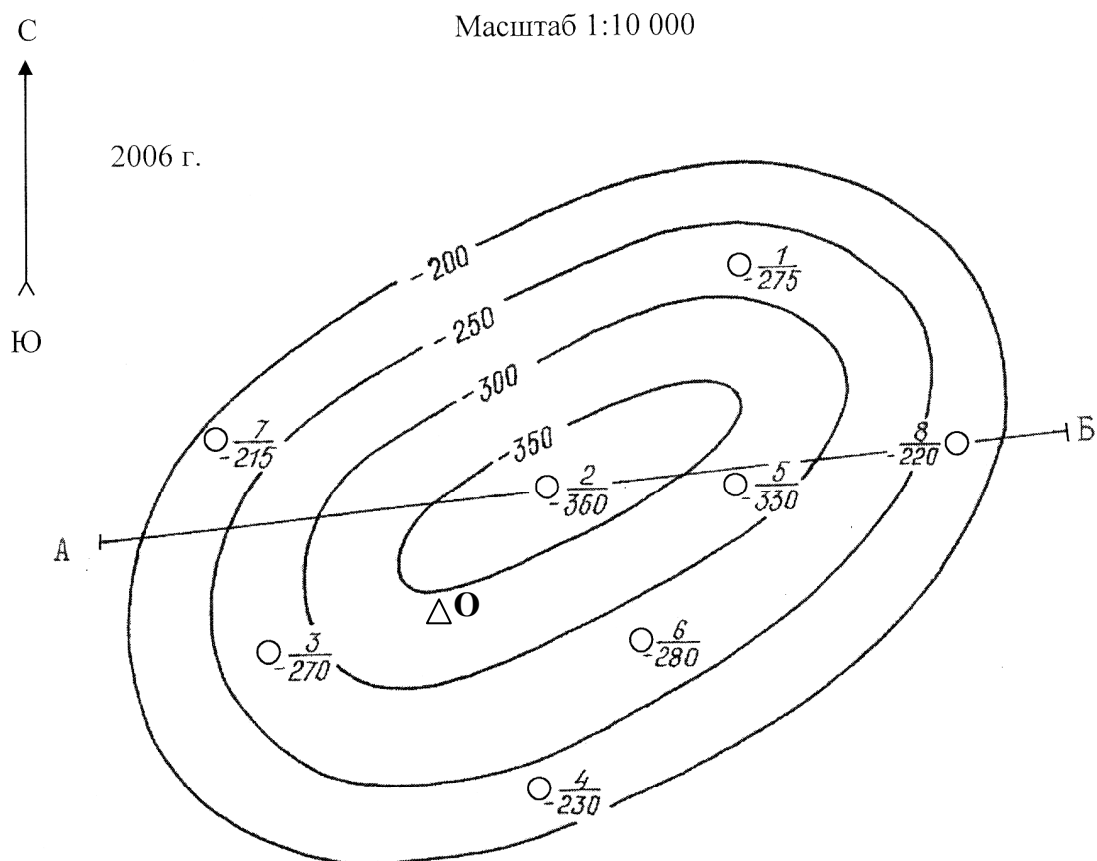
На карте:

- отмечают структурные точки (в нашем случае скважины – кружки диаметром 3 мм);
- линии структурных профилей, которые ограничиваются «подсечками» и обозначаются заглавными буквами;
- опорные пункты (обозначаются треугольниками 3 мм);
- прочие исходные для данной карты фактические материалы.

Под картой:

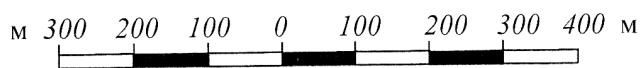
- приводятся численный и линейный масштабы (масштабная линейка);
- под ними указывается сечение изолиний (стратоизогипс);

СТРУКТУРНАЯ КАРТА КРОВЛИ ВЕРХНЕГО ДЕВОНА



Автор: В.И. Попов

Масштаб 1:10 000



Стратоизогипсы проведены через 50 м

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- $\frac{1}{-275}$ - скважина: в числителе номер скважины; в знаменателе - абс. отметка кровли верхнего девона
- -200— - стратоизогипсы кровли верхнего девона
- А ————— Б - линия структурного профиля
- △ О - опорный пункт

Рис.11. Оформление структурных карт

- справа от карты (или внизу) помещаются условные обозначения (легенда карты), использованные при построении карты (изолинии, обозначения скважин, опорных пунктов и т.д.)
- Ф.И.О. составителя карты указывается слева под картой.

ЗАДАНИЯ

ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СТРУКТУРНЫХ КАРТ И КАРТ МОЩНОСТЕЙ ПО ДАННЫМ БУРЕНИЯ

1. По данным таблицы построить структурную карту верхней стратиграфической поверхности методом треугольников, карту изохор верхнего стратиграфического подразделения и структурную карту нижней поверхности с помощью карты схождения.

2. Построить структурный профиль вкрест простираения структуры.

3. Охарактеризовать структуру, измерить ее линейные размеры (длину, ширину и высоту).

4. Определить элементы залегания пород по карте (в любой точке карты, обозначив ее С).

Примечание.

Для построения плана расположения скважин в масштабе 1:10000 положение опорного пункта выбрать в центре ориентированного листа бумаги формата А4.

Высоту сечения стратоморфизма выбрать самостоятельно так, чтобы на карте было 10 – 12 изолиний.

Вариант № 1

№№ скважины		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Азимут направления от опорного пункта на скважину		ЮЗ 237	ЮЗ 268	СЗ 301	ЮЗ 223	СЗ 317	СВ 50	ЮВ 153	ЮВ 98	ЮВ 133
Расстояние от опорного пункта до скважины, м		1080	1060	1110	270	290	640	670	1040	1160
Альтитуды скважины, м		300	350	330	310	320	340	360	380	370
Глубина залегания м	Кровли N ₂	112	174	107	88	103	92	184	167	139
	Кровли N ₁	–	550	500	–	–	510	575	–	–

Вариант № 2

№№ скважины	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Азимут направления от опорного пункта на скважину	ЮЗ 208	ЮВ 167	ЮВ 108	ЮЗ 243	СВ 17 ⁰	СВ 41	СЗ 321	СВ 3	ЮВ 151
Расстояние от опорного пункта до скважины, м	980	600	690	440	290	990	880	720	185
Альтитуды скважины, м	182	191	186	188	162	183	185	187	198
Глубина залегания м	Кровли К	73	58	59	104	102	103	141	122
	Кровли J	1070	–	–	–	900	1000	1100	–

Вариант № 3

№№ скважины	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Азимут направления от опорного пункта на скважину	ЮВ 157	СВ 47	СВ 14	СВ 7	СЗ 296	СВ 78	СВ 50	СЗ 327	ЮВ 123
Расстояние от опорного пункта до скважины, м	370	200	540	910	320	620	860	650	1000
Альтитуды скважины, м	301	312	310	304	320	308	307	330	300
Глубина залегания м	Кровли К ₂	285	353	356	283	262	263	264	261
	Кровли К ₁	–	914	–	802	–	–	804	803

Вариант № 4

№№ скважины	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Азимут направления от опорного пункта на скважину	ЮЗ 209	ЮВ 142	СЗ 353	ЮЗ 259	СЗ 290	СВ 45	СЗ 328	СВ 63	ЮВ 120
Расстояние от опорного пункта до скважины, м	730	710	230	590	970	900	950	1020	390
Альтитуды скважины, м	232	243	202	223	231	252	264	272	212
Глубина залегания м	Кровли К ₁	1034	1105	1004	1155	1198	1397	1498	1582
	Кровли J ₃	–	–	–	1630	–	–	2050	2288

Вариант № 5

№№ скважины	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Азимут направления от опорного пункта на скважину	СЗ 343	СВ 37	ЮЗ 234	ЮЗ 201	ЮЗ 262	СЗ 315	ЮВ 122	СВ 66	СВ 14
Расстояние от опорного пункта до скважины, м	130	750	590	600	760	680	580	820	830
Альтитуды скважины, м	207	212	213	217	208	212	216	223	207
Глубина залегания м	Кровли К ₂	273	253	252	230	232	210	212	231
	Кровли К ₁	–	–	–	762	–	704	743	–

Вариант № 6

№№ скважины		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Азимут направления от опорного пункта на скважину		ЮЗ 208	СЗ 283	СЗ 342	СЗ 348	СЗ 271	СВ 83	СВ 49	СЗ 303	ЮЗ 224
Расстояние от опорного пункта до скважины, м		440	150	420	680	630	410	600	760	930
Альтитуды скважины, м		103	98	96	99	106	107	103	111	119
Глубина залегания м	Кровли J	1402	1200	1003	800	1002	1403	1205	800	1400
	Кровли T	–	2206	1805	1804	2000	–	–	–	–

Вариант № 7

№№ скважины		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Азимут направления от опорного пункта на скважину		СЗ 350	СЗ 343	ЮЗ 209	ЮЗ 187	СЗ 301	СВ 49	ЮЗ 255	ЮВ 110	ЮЗ 219
Расстояние от опорного пункта до скважины, м		720	400	160	650	710	520	590	470	1000
Альтитуды скважины, м		182	186	188	186	192	193	181	183	185
Глубина зале- гания, м	Кровли T ₃	193	172	173	200	241	250	238	240	303
	Кровли T ₂	300			372	350			412	

Вариант №8

№№ скважины		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Азимут направления от опорного пункта на скважину		СЗ 292	СЗ 280	СЗ 356	СВ 43	ЮВ 120	ЮЗ 188	ЮВ 91	СВ 59	ЮВ 134
Расстояние от опорного пункта до скважины, м		940	350	720	240	350	540	900	1020	880
Альтитуды скважины, м		500	520	560	550	580	510	530	540	570
Глубина залегания, м	Кровли K ₂	248	277	333	319	348	281	325	347	372
	Кровли K ₁	874					893		990	

Вариант № 9

№№ скважины		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Азимут направления от опорного пункта на скважину		СЗ 345	ЮЗ 232	ЮВ 101	ЮЗ 263	СЗ 315	СВ 21	ЮЗ 215	ЮЗ 190	ЮВ 158
Расстояние от опорного пункта до скважины, м		620	190	570	880	850	660	1020	880	890
Альтитуды скважины, м		200	205	212	208	203	210	215	212	218
Глубина залегания м	Кровли P ₂	143	122	204	210	160	162	172	146	174
	Кровли P ₁	300	–	–	362	344	–	–	–	272

Вариант № 10

№№ скважины	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Азимут направления от опорного пункта на скважину	СВ 33	СЗ 280	ЮЗ 230	СВ 16	СВ 53	ЮВ 124	СЗ 305	ЮЗ 251	ЮЗ 205
Расстояние от опорного пункта до скважины, м	670	140	950	750	850	570	830	1090	960
Альтитуды скважины, м	206	210	210	215	205	210	215	220	205
Глубина залегания, м	Кровли J ₂	192	183	192	203	200	232	230	212
	Кровли J ₁		400			420	460		440

Вариант №11

№№ скважины	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Азимут направления от опорного пункта на скважину	СЗ 340	СЗ 290	ЮЗ 196	СВ 30	ЮВ 143	СЗ 303	ЮЗ 245	СЗ 276	СВ 81
Расстояние от опорного пункта до скважины, м	760	250	720	450	370	730	630	850	530
Альтитуды скважины, м	180	185	190	185	185	190	195	195	200
Глубина залегания, м	Кровли D ₃	182	170	183	200	202	213	210	190
	Кровли D ₂				520		500	530	520

Вариант № 12

№№ скважины	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Азимут направления от опорного пункта на скважину	СЗ 282	СЗ 331	ЮЗ 260	СВ 27	СВ 44	ЮВ 172	ЮЗ 189	ЮВ 126	СВ 89
Расстояние от опорного пункта до скважины, м	730	420	320	640	230	240	680	830	810
Альтитуды скважины, м	100	125	120	140	120	100	75	85	100
Глубина залегания, м	Кровли P ₁	596	753	572	793	576	509	777	803
	Кровли C ₃	1026			1196			1240	

Вариант № 13

№№ скважины	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Азимут направления от опорного пункта на скважину	СЗ 291	СВ 81	СЗ 342	ЮЗ 205	СЗ 277	СЗ 312	ЮВ 144	СВ 33	ЮЗ 234
Расстояние от опорного пункта на скважину, м	230	320	640	530	750	920	590	730	800
Альтитуды скважины, м	200	190	180	190	180	170	170	200	160
Глубина залегания, м	Кровли P ₂	123	134	136	142	143	152	135	156
	Кровли P ₁				530		550	570	510

№№ скважины		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Азимут направления от опорного пункта на скважину		СВ 28	ЮВ 103	ЮВ 162	ЮВ 168	СВ 91	ЮЗ 263	ЮЗ 229	ЮВ 123	СВ 44
Расстояние от опорного пункта до скважины, м		440	150	420	680	630	410	600	760	930
Альтитуды скважины, м		103	98	96	99	106	107	103	111	119
Глубина залегания м	Кровли Є_2	1502	1300	1103	900	1102	1503	1305	900	1500
	Кровли Є_1	–	2206	1805	1804	2000	–	–	–	–

Вариант № 18

№№ скважины		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Азимут направления от опорного пункта на скважину		ЮВ 170	ЮВ 163	СВ 29	СВ 7	ЮВ 121	ЮЗ 229	СВ 75	СЗ 290	СВ 39
Расстояние от опорного пункта до скважины, м		720	400	160	650	710	520	590	470	1000
Альтитуды скважины, м		182	186	188	186	192	193	181	183	185
Глубина залегания, м	Кровли ϵ_3	393	372	373	400	441	450	438	440	503
	Кровли ϵ_2	500			572	550			612	

Вариант №19

№№ скважины		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Азимут направления от опорного пункта на скважину		СВ 22	СВ 10	СВ 86	ЮВ 133	ЮЗ 210	СЗ 278	ЮЗ 181	ЮВ 149	ЮЗ 224
Расстояние от опорного пункта до скважины, м		940	350	720	240	350	540	900	1020	880
Альтитуды скважины, м		500	520	560	550	580	510	530	540	570
Глубина залегания, м	Кровли K_2	248	277	333	319	348	281	325	347	372
	Кровли K_1	874					893		990	

Вариант № 20

№№ скважины		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Азимут направления от опорного пункта на скважину		ЮЗ 253	СЗ 307	ЮВ 144	ЮВ 111	ЮВ 172	ЮЗ 225	СВ 32	СЗ 336	СЗ 284
Расстояние от опорного пункта до скважины, м		130	750	590	600	760	680	580	820	830
Альтитуды скважины, м		207	212	213	217	208	212	216	223	207
Глубина залегания, м	Кровли K_2	373	353	352	330	332	310	312	331	332
	Кровли K_1	–	–	–	762	–	704	743	–	724

Вариант № 21

№№ скважины		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Азимут направления от опорного пункта на скважину		СЗ 327	СЗ 358	СВ 31	СЗ 313	СВ 47	ЮВ 140	ЮЗ 243	ЮЗ 188	ЮЗ 223
Расстояние от опорного пункта до скважины, м		1080	1060	1110	270	290	640	670	1040	1160
Альтитуды скважины, м		300	350	330	310	320	340	360	380	370
Глубина залегания, м	Кровли O_2	412	474	407	388	403	392	484	467	439
	Кровли O_1	–	850	800	–	–	810	875	–	–

Вариант № 22

№№ скважины		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Азимут направления от опорного пункта на скважину		СВ 28	СЗ 347	СЗ 288	СВ 63	ЮЗ 197	ЮЗ 221	ЮВ 141	ЮЗ 183	СЗ 331
Расстояние от опорного пункта до скважины, м		980	600	690	440	290	990	880	720	185
Альтитуды скважины, м		182	191	186	188	162	183	185	187	198
Глубина залегания м	Кровли S ₂	173	158	159	204	202	203	241	222	183
	Кровли S ₁	1070	–	–	–	900	1000	1100	–	–

Вариант № 23

№№ скважины		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Азимут направления от опорного пункта на скважину		СВ 67	СЗ 317	СЗ 284	СЗ 277	ЮЗ 206	СЗ 348	СЗ 320	ЮЗ 237	СВ 33
Расстояние от опорного пункта до скважины, м		370	200	540	910	320	620	860	650	100 0
Альтитуды скважины, м		301	312	310	304	320	308	307	330	300
Глубина залегания м	Кровли S ₂	485	553	556	483	462	463	464	461	402
	Кровли S ₁	–	914	–	802	–	–	804	803	–

Вариант № 24

№№ скважины		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Азимут направления от опорного пункта на скважину		ЮВ 165	СВ 52	СЗ 281	СВ 83	ЮВ 135	ЮВ 201	СВ 35	СВ 10	СЗ 338
Расстояние от опорного пункта до скважины, м		620	190	570	880	850	660	1020	880	890
Альтитуды скважины, м		200	205	212	208	203	210	215	212	218
Глубина залегания м	Кровли J ₂	343	322	404	410	360	362	372	346	374
	Кровли J ₁	600	–	–	662	644	–	–	–	572

Вариант № 25

№№ скважины		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Азимут направления от опорного пункта на скважину		СЗ 303	ЮЗ 190	ЮВ 140	СЗ 286	СЗ 323	СВ 34	ЮВ 215	ЮВ 161	ЮВ 115
Расстояние от опорного пункта до скважины, м		670	140	950	750	850	570	830	1090	960
Альтитуды скважины, м		206	210	210	215	205	210	215	220	205
Глубина залегания м	Кровли J ₂	292	283	292	303	300	332	330	312	310
	Кровли J ₁		400			420	460			440

Вариант № 26

№№ скважины	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Азимут направления от опорного пункта на скважину	СВ 12	СВ 61	СЗ 350	ЮВ 117	ЮВ 134	ЮЗ 262	СЗ 279	ЮЗ 216	СВ 89
Расстояние от опорного пункта до скважины, м	730	420	320	640	230	240	680	830	810
Альтитуды скважины, м	100	125	120	140	120	100	75	85	100
Глубина залегания, м	Кровли Р ₁	496	653	472	693	476	409	677	703
	Кровли С ₃	1096			1196			1240	

Вариант № 27

№№ скважины	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Азимут направления от опорного пункта на скважину	ЮЗ 201	СЗ 351	ЮЗ 252	ЮВ 115	ЮЗ 187	ЮЗ 231	СВ 54	СЗ 303	ЮВ 144
Расстояние от опорного пункта на скважину, м	230	320	640	530	750	920	590	730	800
Альтитуды скважины, м	200	190	180	190	180	170	170	200	160
Глубина залегания, м	Кровли О ₂	523	534	536	542	543	552	535	556
	Кровли О ₁				830		850		870

Вариант № 28

№№ скважины	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Азимут направления от опорного пункта на скважину	ЮВ 144	ЮВ 175	СВ 15	ЮЗ 253	ЮВ 104	СЗ 350	СВ 50	ЮЗ 202	ЮВ 157
Расстояние от опорного пункта до скважины, м	140	700	540	420	590	550	700	680	820
Альтитуды скважины, м	301	311	310	304	320	307	308	330	300
Глубина залегания, м	Кровли С ₃	1210	1240	1242	1260	1272	1290	1292	1294
	Кровли С ₂						1660	1665	1630

Вариант № 29

№№ скважины	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Азимут направления от опорного пункта на скважину	СЗ 285	СЗ 309	СВ 47	СВ 69	ЮВ 142	ЮЗ 210	СЗ 341	СВ 19	ЮЗ 222
Расстояние от опорного пункта до скважины, м	680	290	300	620	350	220	650	700	980
Альтитуды скважины, м	100	110	105	110	110	100	105	108	109
Глубина залегания, м	Кровли S	48	67	79	88	58	67	78	113
	Кровли O	395				415		495	370

Вариант № 30

№№ скважины		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Азимут направления от опорного пункта на скважину		ЮЗ 255	ЮВ 142	СВ 11	ЮВ 173	ЮЗ 225	СЗ 291	ЮВ 125	ЮВ 100	СВ 68
Расстояние от опорного пункта до скважины, м		620	190	570	880	850	660	1020	880	890
Альтитуды скважины, м		200	205	212	208	203	210	215	212	218
Глубина залегания м	Кровли J ₂	643	622	404	710	660	762	672	646	674
	Кровли J ₁	800	–	–	862	844	–	–	–	872

ЛИТЕРАТУРА

1. Михайлов А.Е. Лабораторные работы по структурной геологии, геокартированию и дистанционным методам: Учебное пособие для вузов / А.Е. Михайлов, В.В. Шершук, Е.П. Успенский, А.К. Соколовский и др. – М: Недра, 1988. – 196 с.
2. Михайлов А.Е. Структурная геология и геологическое картирование: Учебное пособие для вузов / А.Е. Михайлов – М.: Недра, 1984. – 464 с.