

**Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова**

**Геологический факультет**

*Кафедра региональной геологии и истории Земли*

*Ал.В. Тевелев, Арк.В. Тевелев, П.А. Фокин, С.Н. Болотов*

# **Структурная геология и геологическое картирование**

**Сборник задач по структурной геологии**

Издание второе, переработанное и дополненное

**Допущено УМС по Геологии УМО классических университетов  
в качестве учебного пособия для студентов и магистрантов вузов,  
обучающихся по направлению «Геология»**

Москва, 2015

УДК 551.24

ББК 26.309

T30

**Тевелев Ал.В., Тевелев Арк.В., Фокин П.А., Болотов С.Н.**

T30 Структурная геология и геологическое картирование. Сборник задач по структурной геологии. Учебное пособие. Издание второе, переработанное и дополненное – М.: Геологический ф-т МГУ, 2015 – 84 с., 98 илл.

Пособие составлено из заданий, которые в течение многих лет разрабатывались и использовались преподавателями геологического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова при проведении курса "Структурная геология и геологическое картирование". Оно состоит из двух частей. В первой части приведены сами задачи, а во второй – методы их решения. Задачи разбиты по основным темам: "Номенклатуры топографических карт", "Горизонтальное и моноклиналиное залегание пласта, флексуры", "Несогласия", "Складки", "Разрывные нарушения", "Мезоструктуры", "Восстановление полей напряжения", "Геологическое картирование". Кроме того, в пределах тем задачи разделены по сложности на три градации. С целью развития у студентов пространственного воображения многие задачи сформулированы словами. Издание переработано и дополнено новыми задачами, а также новыми разделами в части методов решения структурных задач.

Для студентов геологических специальностей вузов.

© Тевелев Ал.В., 2015  
© Тевелев Арк.В., 2015  
© Фокин П.А., 2015  
© Болотов С.Н., 2015

## Содержание

Ведение	4
<b>ЧАСТЬ 1. ЗАДАЧИ</b>	
Раздел 1. Номенклатуры топографических карт	5
Раздел 2. Горизонтальное, моноклиналиное залегание пласта, флексуры	8
Раздел 3. Несогласия	15
Раздел 4. Складки	21
Раздел 5. Разрывные нарушения	29
Раздел 6. Мезоструктуры	43
Раздел 7. Восстановление полей палеотектонических напряжений	46
Раздел 8. Геологическое картирование	51
<b>ЧАСТЬ 2. МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ</b>	
Раздел 1. Номенклатуры топографических карт	63
Раздел 2. Горизонтальное и моноклиналиное залегание пласта	67
Раздел 3. Несогласия	75
Раздел 4. Складки	75
Раздел 5. Разрывные нарушения	77
Раздел 6. Мезоструктуры	80
Раздел 7. Восстановление полей палеотектонических напряжений	80

## Введение

Сборник задач по структурной геологии составлен из заданий, которые много лет использовались преподавателями курса "Структурная геология и геологическое картирование" на геологическом факультете Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Пособие состоит из двух частей. В первой части приведены сами задачи, а во второй – методы их решения. Вторая часть *не содержит ответов* на конкретные задачи, в ней рассмотрены именно методы решения, а в качестве примеров взяты задачи, похожие на приведенные в первой части.

Все задачи разбиты по основным темам, а, кроме того, в пределах тем разделены по сложности на три градации: "Для начинающих", "Для обученных", "Для продвинутых". С целью развития у студентов пространственного воображения многие задачи сформулированы словами, хотя и графические варианты представлены довольно широко.

Выбор заданий для работы по разным вариантам курса остается за преподавателем. Большое количество однотипных задач позволяет составлять серии контрольных билетов даже для довольно больших студенческих групп. Кроме того, на базе имеющихся вопросов преподаватель может легко составить свои варианты задач, несколько изменяя исходные условия. Следует, однако, помнить, что во многих задачах условия специально подобраны для неочевидных решений.

При самостоятельном изучении мы рекомендуем студентам сначала решать "задачи для начинающих", а затем переходить к более сложным. Впрочем, самые продвинутые могут смело начать именно со сложных задач. Во-первых, это гораздо интереснее, а во-вторых, после решения сложных задач ответы на простые вопросы покажутся само собой разумеющимися. Впрочем, лучше всего прорешать всё подряд.

Авторы искренне признательны доцентам геологического факультета МГУ В.С. Милееву и А.И. Гущину, согласившимся рецензировать первое издание сборника в 2010 году и, особенно, доценту кафедры региональной геологии и истории Земли Г.О. Федорову, взявшему тогда же на себя тяжелый труд решить все задачи и сделать целый ряд ценных замечаний, учтенных авторами.

# ЧАСТЬ 1. ЗАДАЧИ

## Раздел 1. Номенклатуры топографических карт

### Задачи для начинающих

1. Определите масштаб листа геологической карты L-45.
2. Определите масштаб листа геологической карты M-53.
3. Определите масштаб листа геологической карты N-38.
4. Определите масштаб листа геологической карты Q-57.
5. Определите масштаб листа геологической карты Q-46-A.
6. Определите масштаб листа геологической карты P-39-Г.
7. Определите масштаб листа геологической карты N-51-Б.
8. Определите масштаб листа геологической карты M-51-В.
9. Определите масштаб листа геологической карты L-43-XIX.
10. Определите масштаб листа геологической карты M-34-XXXV.
11. Определите масштаб листа геологической карты P-50-V.
12. Определите масштаб листа геологической карты Q-59-II.
13. Определите масштаб листа геологической карты O-44-13.
14. Определите масштаб листа геологической карты N-52-134.
15. Определите масштаб листа геологической карты Q-38-4.
16. Определите масштаб листа геологической карты P-48-22.
17. Определите масштаб листа геологической карты L-41-86-Г.
18. Определите масштаб листа геологической карты M-54-143-A.
19. Определите масштаб листа геологической карты N-43-23-Б.
20. Определите масштаб листа геологической карты Q-37-43-В.
21. Определите масштаб листа геологической карты N-43-23-Б-г.
22. Определите масштаб листа геологической карты Q-37-43-В-а.
23. Определите масштаб листа геологической карты L-42-122-A-г-3.

### Задачи для обученных

24. Какой лист (номенклатура) расположен севернее листа М-41-IV?
25. Какой лист (номенклатура) расположен южнее листа М-43-XXXV?
26. Какой лист (номенклатура) расположен восточнее листа N-35-XXIV?
27. Какой лист (номенклатура) расположен западнее листа Р-58-XXV?
28. Какой лист (номенклатура) расположен северо-западнее листа Q-39-I?
29. Определите номенклатуру листа, расположенного северо-восточнее листа N-54-VI.
30. Определите номенклатуру листа, расположенного юго-западнее листа O-48-XXXI.
31. Определите номенклатуру листа, расположенного юго-восточнее листа М-41-XXXVI.
32. Какой лист (номенклатура) расположен севернее листа М-48-10?
33. Какой лист (номенклатура) расположен южнее листа N-34-133?
34. Какой лист (номенклатура) расположен восточнее листа Р-41-24?
35. Какой лист (номенклатура) расположен западнее листа N-34-13?
36. Какой лист (номенклатура) расположен северо-западнее листа L-52-1?
37. Какая номенклатура у листа, расположенного северо-восточнее листа Q-42-12?
38. Какой лист (номенклатура) расположен юго-западнее листа O-48-133?
39. Какой лист (номенклатура) расположен юго-восточнее листа N-9-144?
40. Определите номенклатуры листов, окружающих лист L-41.
41. Определите номенклатуры листов, окружающих лист М-38-А.
42. Определите номенклатуры листов, окружающих лист N-37-XXXVI.
43. Определите номенклатуры листов, окружающих лист Р-58-XXI.
44. Определите номенклатуры листов, окружающих лист N-48-144-Г.
45. Определите номенклатуры листов, окружающих лист L-52-1-А-а.
46. Определите номенклатуры листов, окружающих лист М-44-12-Б-б.

### Задачи для продвинутых

47. Определите номенклатуры листов, окружающих лист Q-60-XXXVI.
48. Определите номенклатуры листов, окружающих лист P-60-VI.
49. Определите номенклатуры листов, окружающих лист P-I-I.
50. Определите номенклатуры листов, окружающих лист Q-I-XXXI.
51. Вычислите координаты углов планшета N-54.
52. Вычислите координаты углов планшета L-52.
53. Вычислите координаты углов планшета P-39-A.
54. Вычислите координаты углов планшета M-41-B.
55. Вычислите координаты углов планшета L-54-XX.
56. Вычислите координаты углов планшета M-38-III.
57. Вычислите координаты углов планшета N-45-24-Г.
58. Вычислите координаты углов планшета Q-55-119-Б.
59. Определите масштаб и номенклатуру листа, ограниченного меридианами  $36^{\circ}00'$ ,  $42^{\circ}00'$  и параллелями в.д.  $36^{\circ}00'$ ,  $40^{\circ}00'$  с.ш.
60. Определите масштаб и номенклатуру листа, ограниченного меридианами  $60^{\circ}00'$ ,  $66^{\circ}00'$  в.д. и параллелями  $44^{\circ}00'$ ,  $48^{\circ}00'$  с.ш.
61. Определите масштаб и номенклатуру листа, ограниченного меридианами  $66^{\circ}00'$ ,  $69^{\circ}00'$  в.д. и параллелями  $48^{\circ}00'$ ,  $50^{\circ}00'$  с.ш.
62. Определите масштаб и номенклатуру листа, ограниченного меридианами  $48^{\circ}00'$ ,  $51^{\circ}00'$  в.д. и параллелями  $52^{\circ}00'$ ,  $54^{\circ}00'$  с.ш.
63. Определите масштаб и номенклатуру листа, ограниченного меридианами  $62^{\circ}00'$ ,  $63^{\circ}00'$  в.д. и параллелями  $52^{\circ}40'$ ,  $53^{\circ}20'$  с.ш.
64. Определите масштаб и номенклатуру листа, ограниченного меридианами  $40^{\circ}00'$ ,  $41^{\circ}00'$  в.д. и параллелями  $40^{\circ}00'$ ,  $40^{\circ}40'$  с.ш.
65. Определите масштаб и номенклатуру листа, ограниченного меридианами  $44^{\circ}00'$ ,  $44^{\circ}30'$  в.д. и параллелями  $52^{\circ}00'$ ,  $52^{\circ}20'$  с.ш.
66. Определите масштаб и номенклатуру листа, ограниченного меридианами  $47^{\circ}30'$ ,  $48^{\circ}00'$  в.д. и параллелями  $48^{\circ}20'$ ,  $48^{\circ}40'$  с.ш.

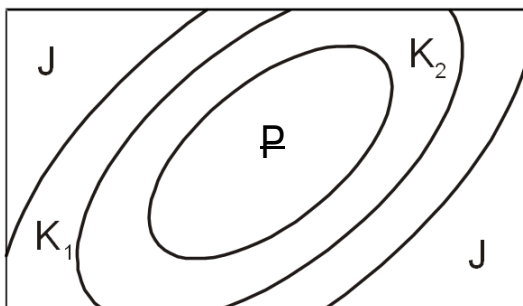
## Раздел 2. Горизонтальное, моноклиналиное залегание пласта

### Задачи для начинающих

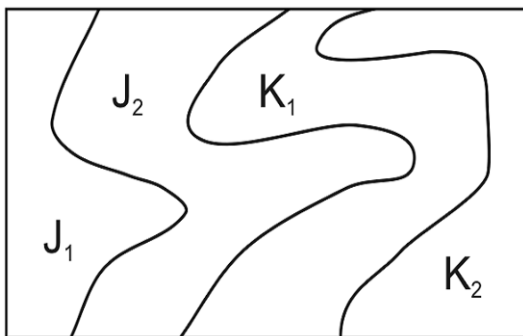
67. Три скважины А, Б и В, пробуренные на холмистой местности, вскрыли горизонтальный пласт угля на глубинах 627 м, 489 м и 712 м соответственно. Определите на каких абсолютных отметках располагаются устья скважин Б и В, если известно, что скважина А забурена на высотной отметке 518,0 м.
68. Скважина, пробуренная на вершине холма, вскрыла горизонтально залегающий пласт аргиллитов мощностью 24 м. Чему равна ширина выходов слоя на северном и южном склонах холма, если углы наклона этих склонов составляют  $9^\circ$  и  $13^\circ$  соответственно.
69. Истинная мощность слоя (АзПд Ю-180  $\angle 30^\circ$ ) 20 м. Определите ширину выхода слоя на северном склоне, имеющем угол наклона  $60^\circ$ .
70. Истинная мощность слоя (АзПд Ю-180  $\angle 30^\circ$ ) 20 м. Определите ширину выхода слоя на северном склоне, имеющем угол наклона  $45^\circ$ .
71. Истинная мощность слоя (АзПд Ю-180  $\angle 30^\circ$ ) 20 м. Определите ширину выхода слоя на северном склоне, имеющем угол наклона  $30^\circ$ .
72. Истинная мощность слоя (АзПд Ю-180  $\angle 30^\circ$ ) 20 м. Определите ширину выхода слоя на северном склоне, имеющем угол наклона  $15^\circ$ .
73. На склоне, обращенном на ЮВ-240 с углом наклона  $15^\circ$ , обнажается пласт (АзПд СВ-60,  $\angle 20^\circ$ ), ширина выхода которого 20 м. Определить истинную мощность слоя.
74. На склоне, обращенном на ЮВ-240 с углом наклона  $30^\circ$ , обнажается пласт (АзПд СВ-60,  $\angle 20^\circ$ ), ширина выхода которого 13 м. Определите истинную мощность слоя.
75. На склоне, обращенном на ЮВ-240 с углом наклона  $45^\circ$ , обнажается пласт (АзПд СВ-60,  $\angle 20^\circ$ ), ширина выхода которого 15 м. Определите истинную мощность слоя.
76. На склоне, обращенном на ЮВ-240 с углом наклона  $60^\circ$ , обнажается пласт (АзПд СВ-60,  $\angle 20^\circ$ ), ширина выхода которого 30 м. Определите истинную мощность слоя.



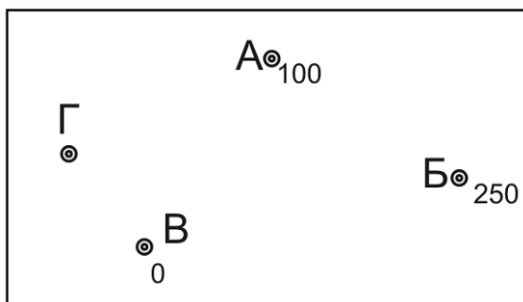
77. На вертикальной стенке, обращенной на ЮВ-240, обнажается пласт (АзПд СВ-60,  $\angle 20^\circ$ ), ширина выхода которого 17 м. Определить истинную мощность слоя.
78. Чему равна истинная мощность слоя, если известно, что его видимая мощность, измеренная на склоне вкрест простирания, составляет 20 м, угол падения слоя  $17^\circ$ , а угол падения склона  $13^\circ$ . Азимуты направления падения слоя и склона различаются на  $180^\circ$ .
79. Чему равна истинная мощность слоя, если известно, что его видимая мощность, измеренная на склоне вкрест простирания, 20 м, угол падения слоя  $17^\circ$ , а угол падения склона  $13^\circ$ . Азимуты направления падения слоя и склона совпадают?



80. Нарисуйте на схематической геологической карте горизонтали рельефа так, чтобы ситуация соответствовала нормальному горизонтальному залеганию слоев.



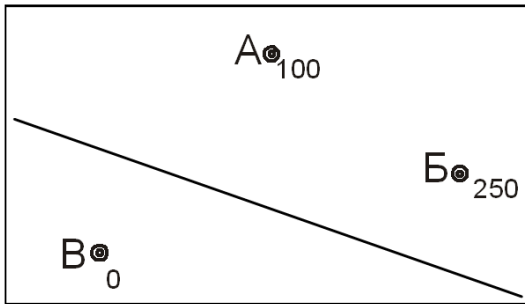
81. Нарисуйте на схематической геологической карте горизонтали рельефа так, чтобы геологическая ситуация соответствовала нормальному горизонтальному залеганию слоев.



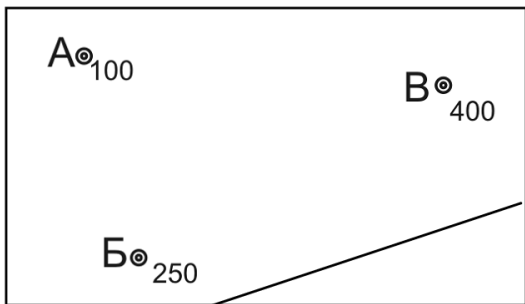
82. Определить истинные элементы залегания слоя по трем скважинам (А, Б, В), вскрывшим его подошву на высотных отметках, показанных на схеме (масштаб 1:25 000), и вынести элементы залегания на схему. На какой глубине слой будет вскрыт в скважине Г?

### Задачи для обученных

83. Три скважины, расположенные в углах равностороннего треугольника, пробуренные на равнине, вскрыли пласт песчаника на глубинах 11, 33 и 22 метра. Расстояния между скважинами – 40 м. Под каким углом падает пласт?



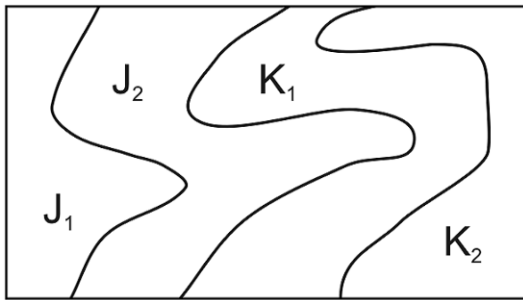
84. Определить и проставить элементы залегания подошвы слоя, вскрытой тремя скважинами (А, Б, В) на глубинах (в м) от поверхности, показанных на схеме (масштаб 1:10 000). Где на заданной линии эта подошва будет на высоте 50 м над уровнем моря? Рельеф плоский с абсолютной высотой 100 м.



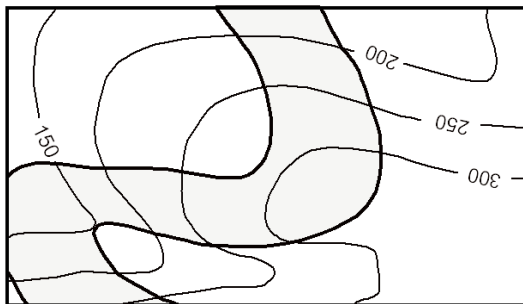
85. Скважины А, Б и В вскрыли кровлю слоя в 3-х точках (глубины в м от поверхности указаны на схеме). Определите элементы его залегания и вынесите их в виде знака на схему (масштаб 1:5 000). Где на заданной линии слой будет вскрыт на глубине 450 м? Рельефом пренебречь.

86. Три скважины, расположенные в углах равностороннего треугольника, вскрыли кровлю глинистой толщи на глубинах 95, 115 и 110 м. Альтитуды устьев скважин +13, +22 и –0,5 м соответственно. Под каким углом падает глинистая толща, если расстояние между скважинами составляет 340 м?

87. Две скважины, расположенные по азимуту СВ-35 и отстоящие друг от друга на расстоянии 120 м вскрыли кровлю известняков на глубине 35 м. В 250 метрах от одной из скважин по направлению ЮВ-125 в обнажении наблюдается выход кровли известняков на дневную поверхность. Определить азимут падения и угол падения пласта известняков. Рельеф горизонтальный.



88. Нарисуйте на схематической геологической карте горизонтали рельефа так, чтобы геологическая ситуация соответствовала перевернутому горизонтальному залеганию слоев.

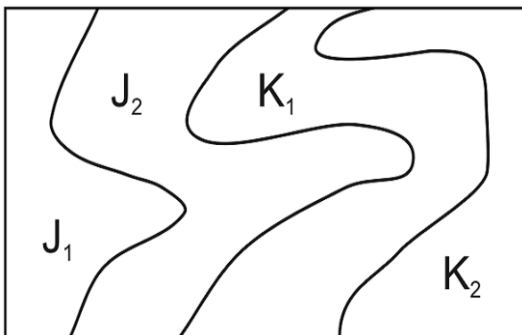


89. По схематической карте (масштаб 1:2 000, оцифрованы горизонтали рельефа) определите вертикальную мощность и элементы залегания слоя. Нанесите последние на карту. Расставьте индексы в соответствии с нормальным залеганием слоев.

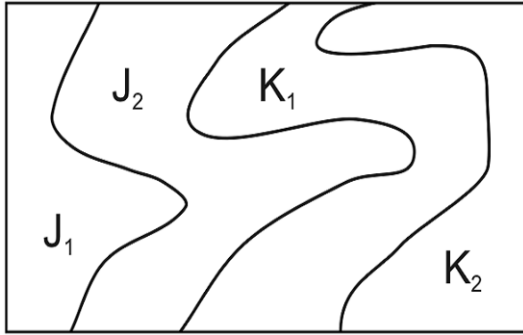
90. В промоине на склоне холма, обращенного на ЮВ-125, обнажается пласт известняков (АзПд СЗ-305  $\angle 27^\circ$ ), видимая мощность которого 15 м. Какова истинная мощность пласта, если известно, что угол наклона тальвега промоины по указанному азимуту составляет  $12^\circ$ ?
91. В двух скважинах, лежащих на линии ССЗ-350 – ЮЮВ-170 на глубине 46 м был вскрыт маломощный горизонт глинистых алевролитов. В каком направлении и под каким углом погружается этот горизонт, если в 145 м по азимуту СВ-45 от одной из скважин глинистые алевролиты обнажаются на дневной поверхности? Рельеф горизонтальный.
92. Скважины А и Б пробурены на расстоянии 900 м по Аз СВ-70 вкrest простирания слоя амфиоровых известняков. В скважине А на глубине 150 м вскрыта кровля этого слоя, а в скважине Б на глубине 200 м – его подошва. Определите элементы залегания слоя, если известно, что его вертикальная мощность 320 м. Рельеф горизонтальный.
93. Скважины А и Б пробурены на расстоянии 600 м по Аз СЗ-290 вкrest простирания слоя доломитов. В скважине А на глубине 250 м вскрыта кровля этого слоя, а в скважине Б на глубине 50 м – его подошва. Определите элементы залегания и мощность слоя, если известно, что его кровля обнажается между скважинами на расстоянии 100 м от скважины Б. Рельеф горизонтальный.

### Задачи для продвинутых

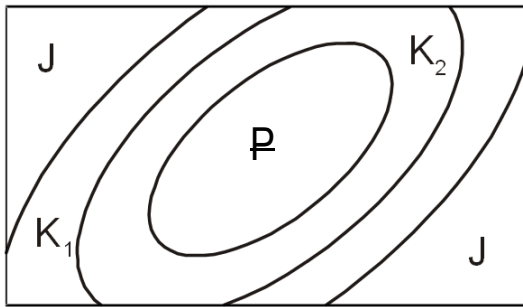
94. Ромбической формы поднятие со склонами крутизной  $45^\circ$ , плоской вершиной и высотой 50 м, сложено горизонтально залегающей толщей переслаивания риодацитов и щелочных базальтов верхнего сеномана, с мощностью слоев по 10 м. Нарисуйте схематическую геологическую карту этого поднятия, которое вытянуто в северо-восточном направлении.
95. В точке наблюдения обнажается кровля пласта песчаников (АзПд ССЗ-345,  $\angle 30^\circ$ ). Известно, что в 0,5 км от точки наблюдения по падению пласта он осложнен попутной флексурой, смыкающее крыло которой имеет ширину 400 м и падает под углом  $60^\circ$ . На какой глубине скважина вскрыет кровлю этого пласта, если ее пробурить на расстоянии 9 км к северу от точки наблюдения (местность равнинная, рельефом пренебречь).
96. В точке наблюдения обнажается кровля пласта песчаников (АзПд ССЗ-345,  $\angle 30^\circ$ ). Известно, что в 2 км от точки наблюдения по падению пласта он осложнен встречной флексурой, смыкающее крыло которой имеет ширину 200 м и падает под углом  $60^\circ$ . На какой глубине скважина вскрыет кровлю этого пласта, если ее пробурить на расстоянии 6 км к северу от точки наблюдения (рельефом пренебречь).
97. Овраг промывает вкрест простирания квесту, бронированную известняками маастрихта (АзПД СВ-60  $\angle 15^\circ$ ). В промоине оврага вскрыты глины нижележащего яруса. Нарисуйте геологическую схему участка и схематический геологический разрез по тальвегу оврага с учетом того, что он погружается на северо-восток и вверху имеет наклон  $25^\circ$ , а внизу –  $5^\circ$ .



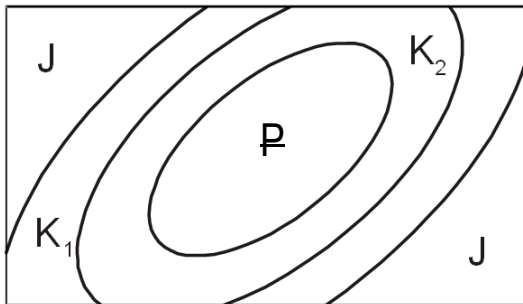
98. Нарисуйте на схематической геологической карте горизонтали рельефа так, чтобы геологическая ситуация соответствовала нормальному наклонному залеганию слоев меридионального простирания. Нарисуйте разрез вкрест простирания.



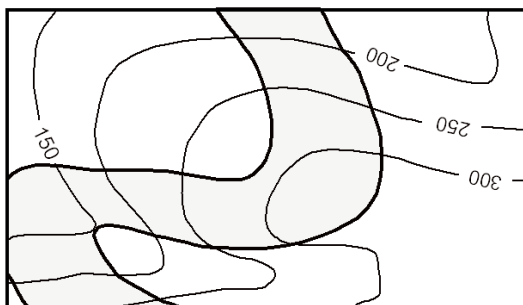
99. Нарисуйте на схематической геологической карте горизонтали рельефа так, чтобы геологическая ситуация соответствовала перевернутому наклонному залеганию слоев меридионального простирания. Нарисуйте разрез вкрест простирания.



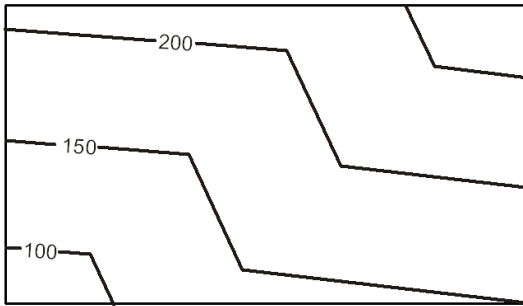
100. Нарисуйте на схематической геологической карте горизонтали рельефа так, чтобы геологическая ситуация соответствовала нормальному моноклиальному залеганию слоев северо-западного простирания. Нарисуйте разрез с юго-запада на северо-восток.



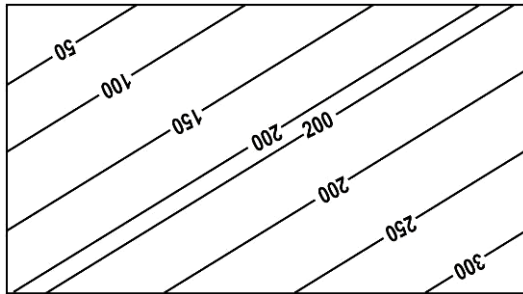
101. Нарисуйте на схематической геологической карте горизонтали рельефа так, чтобы геологическая ситуация соответствовала перевернутому наклонному залеганию слоев северо-западного простирания. Нарисуйте разрез с юго-запада на северо-восток.



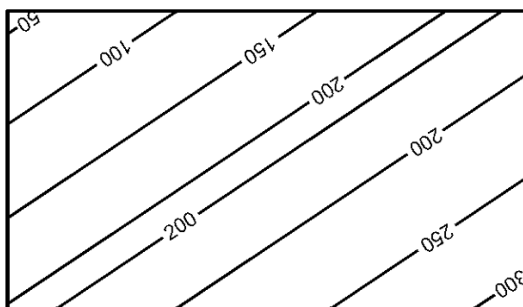
102. По схематической карте (масштаб 1:2 000, оцифрованы горизонтали рельефа) определите вертикальную мощность и элементы залегания слоя и нанесите последние в виде знака. Расставьте индексы в соответствии с опрокинутым залеганием слоев.



103. Определите по схематической структурной карте (оцифрованы стратоизогипсы подошвы пласта) тип флексуры, поднятое и опущенное крылья, амплитуду смещения, углы падения на крыльях (масштаб 1:20 000).



104. По схематической структурной карте (оцифрованы стратоизогипсы подошвы пласта) определите тип флексуры, определите и вынесите элементы залегания слоев на опущенном и смыкающемся крыльях (масштаб 1:10 000).



105. По схематической структурной карте (масштаб 1:20 000, (оцифрованы стратоизогипсы подошвы пласта)) определите тип флексуры, амплитуду смещения, поднятое и опущенное крылья.

106. Толща песчаников с пластом известняков падает на ЮЗ-250 под углом  $30^\circ$ . Она пересекается меридиональной дайкой микрогаббро, падающей на восток под углом  $45^\circ$ . Определите элементы залегания контакта дайки с пластом известняков.

107. В точке с условными координатами  $X=50$   $Y=30$  обнаружена дайка долеритов (АзПд СЗ-300  $\angle 45$ ), а в точке с координатами  $X=100$   $Y=50$  такая же плоская дайка, залегающая (АзПд СВ-30  $\angle 30$ ). Определите элементы залегания контакта (линии пересечения) даек.

108. Толща песчаников (АзПд ЮВ-150  $\angle 50$ ) содержит маломощный пласт известняков. Толща прорвана дайкой гранодиоритов (АзПд З-270  $\angle 70$ ). По контакту дайки с известняками обнаружено линейное тело скарнов. Определите элементы залегания тела скарнов.

## Раздел 3. Несогласия

### Задачи для начинающих

109. Какие из перечисленных контактов могут быть согласными?

- между плутоническими комплексами;
- надвиги и шарьяжи;
- между вулканическими комплексами;
- между свитами;
- между метаморфическими комплексами;
- между толщами;
- фациальные.

110. Какие из перечисленных контактов не могут быть согласными?

- между плутоническими комплексами;
- надвиги и шарьяжи;
- между вулканическими комплексами;
- между свитами;
- между метаморфическими комплексами;
- между толщами;
- фациальные.

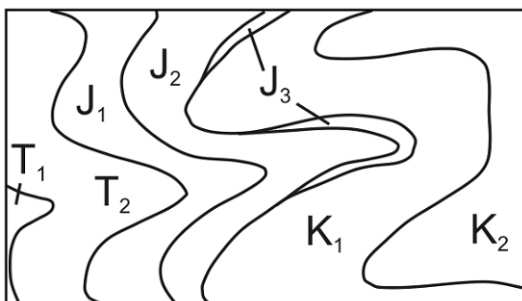
111. Какие из перечисленных контактов могут быть несогласными?

- между плутоническими комплексами;
- надвиги и шарьяжи;
- между вулканическими комплексами;
- между свитами;
- между метаморфическими комплексами;
- между толщами;
- фациальные.

112. Какие из перечисленных контактов не могут быть несогласными?

- между плутоническими комплексами;
- надвиги и шарьяжи;
- между вулканическими комплексами;
- между свитами;
- между метаморфическими комплексами;
- между толщами;
- фациальные.

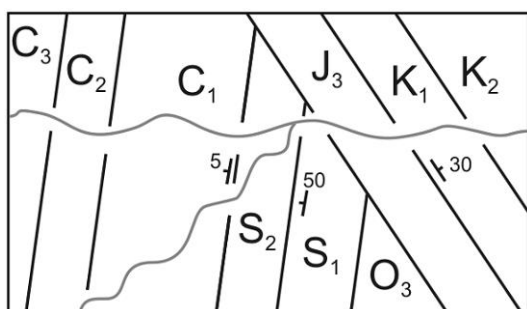
113. Скважиной (от устья к забою) вскрыта следующая последовательность слоев: 1) альбские известняки; 2) аптские мергели; 3) барремские песчаники; 4) келловейские базальты; 5) батские аргиллиты. Определите границу и объем несогласия.
114. Скважиной (от устья к забою) вскрыта следующая последовательность слоев: 1) визе-серпуховские известняки; 2) турнейские базальты и риолиты; 3) фаменские песчаники и конгломераты; 4) живетские песчаники; 5) эйфельские игнимбриты. Определите границу и объем несогласия.
115. На склонах горы обнажаются тоарские песчаники и (выше) горизонтально залегающие известняки от туронского до кампанского ярусов. Элементы залегания тоарских песчаников: на северном склоне – АзПд Ю-180  $\angle 60$ , на южном – АзПд С-0  $\angle 45$ . Определите несогласную границу, объем и тип несогласия.
116. На склонах горы обнажаются наклонно лежащие флюидалные дациты пражского яруса и (выше) горизонтально залегающие известняки от турнейского до серпуховского ярусов. На северном склоне элементы залегания дацитов – АзПд СВ-30  $\angle 35$ , а на южном – АзПд ЮЗ-210  $\angle 20$ . Определите несогласную границу, объем и тип несогласия.
117. На склонах горы обнажаются наклонно лежащие песчаники (АзПд ЮВ-110  $\angle 20$ ) и (выше) горизонтально залегающие известняки от сенноманского до сантонского ярусов. На северо-западном склоне горы под известняками в песчаниках собрана фауна батского яруса, а на юго-восточном – валанжинского яруса. Определите несогласную границу, тип и объем несогласия.



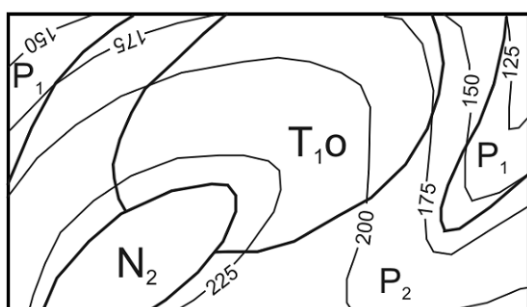
118. Нарисуйте на схематической карте горизонтали рельефа так, чтобы ситуация соответствовала горизонтальному залеганию слоев. Определите типы несогласий, нанесите знаки несогласного залегания.



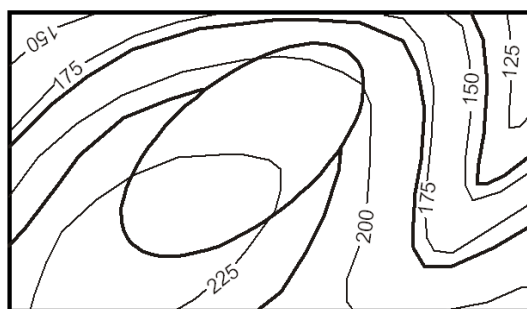
### Задачи для обученных



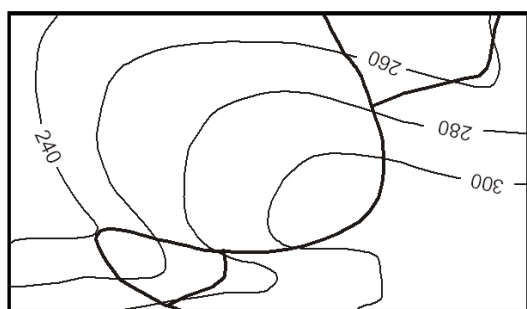
119. На схематической карте дорисуйте в долинах рек пластовые фигуры (схематично, на качественном уровне, но в соответствии с элементами залегания). Определите типы несогласий, нанесите знаки несогласного залегания.



120. Определите элементы залегания слоев по схематической карте (масштаб 1:20 000, оцифрованы горизонтали рельефа) и вынесите их на карту. Определите тип несогласия, нанесите знаки несогласного залегания.



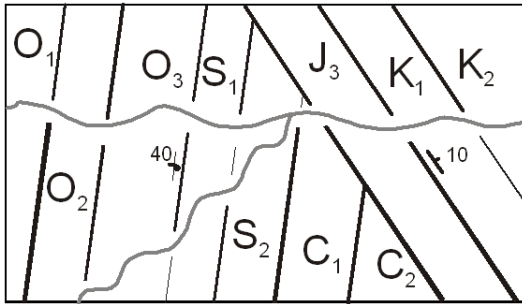
121. По схематической карте (масштаб 1:4 000, оцифрованы горизонтали рельефа) определите элементы залегания слоев и вынесите их в виде знака. Определите тип несогласия, нанесите знаки несогласного залегания. Расставьте индексы по своему усмотрению.



122. По схематической карте (масштаб 1:5 000, оцифрованы горизонтали рельефа) определите элементы залегания слоев и вынесите их в виде знака. Определите тип несогласия, нанесите знаки несогласного залегания. Расставьте индексы по своему усмотрению и определите объем несогласия.

123. Изометричное поднятие диаметром 500 м (абсолютная отметка 860 м) с крутыми склонами высотой 60 м сложено четырьмя толщами, из которых известняки сеномана неполной мощностью 20 м залегают горизонтально, а песчаники альба ( $>300$  м), базальты апта (100 м) и риолитовые туфы баррема ( $>200$  м) – вертикально (АзПр СВ-35). Нарисуйте геологическую схему и схематический разрез структуры. Определите тип и объем несогласия.
124. На старой геологической карте изображены выходы нижнего протерозоя, палеогена, среднего девона и верхнего ордовика. В разрозненных листах объяснительной записки к этой карте приводится описание базальных конгломератов двух толщ. Базальные конгломераты толщи красноцветных песчаников содержат гальку гнейсов и доломитов. Базальные конгломераты толщи известняков содержат гальку гнейсов, доломитов и красноцветных песчаников. Какими породами сложены упомянутые стратоны?
125. На старой геологической карте изображены выходы эйфельского, карадокского и сантонского ярусов, а также архея. В сохранившихся листах объяснительной записки к этой карте приводится описание толщи риолитов, в базальных конгломератах которой встречены гальки гранулитов и песчаников. В кровле толщи риолитов описана древняя погребённая кора выветривания, перекрытая песчаниками следующей толщи. Какими породами сложены упомянутые стратоны?
126. На вершине горы обнажаются конгломераты и песчаники турнейского (АзПд В-90  $\angle 15$ ), а на склонах – известняки пржидольского яруса (АзПд СВ-30  $\angle 15$ ). Определите тип и объем несогласия.
127. На вершине горы обнажаются наклонно лежащие (АзПд В-90  $\angle 10$ ) песчаники датского яруса, а на склонах – горизонтально залегающие известняки от барремского до альбского ярусов. Определите тип и объем несогласия.
128. В нижней части береговых обрывов вскрыты горизонтально залегающие известняки с аммонитами байосского яруса. На их размытой поверхности лежат конгломераты с галькой песчаников, гранитов и кварцитов, перерытые мергелями с остатками ракообразных батского яруса. Определите тип несогласия.

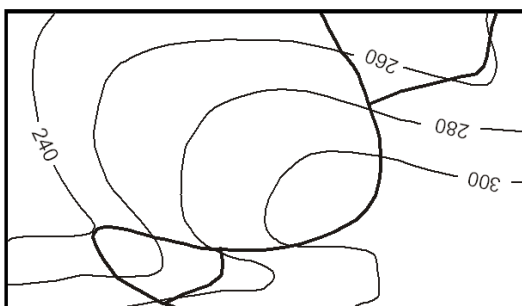
### Задачи для продвинутых



129. На схематической карте дорисуйте в долинах рек пластовые фигуры (схематично, на качественном уровне, но в соответствии с элементами залегания). Укажите типы несогласий, их объемы, нанесите знаки несогласного залегания.

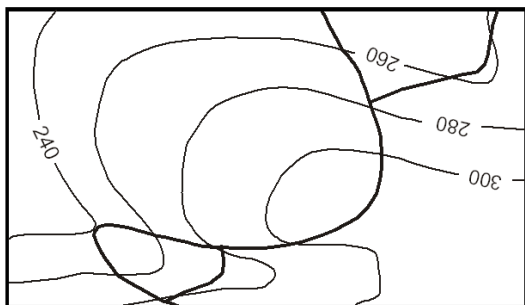
130. Изометричное куполовидное поднятие с крутыми склонами эродируется с самого верха парой меридиональных оврагов с противоположным стоком. Поднятие сложено тремя толщами, из которых карнийские известняки падают полого на юг, тоарские глины – полого на север, а для ладинских песчаников элементы залегания неизвестны. Нарисуйте геологическую схему и схематический разрез структуры. Определите тип и объем несогласия.

131. На старой геологической карте изображены выходы рифея, кембрия, верхнего девона и верхнего мела, соответствующие четырем толщам разного состава. В сохранившихся листах объяснительной записки к этой карте приводится описание толщ глауконитовых песчаников и песчаников с отпечатками ископаемых рыб; в базальных конгломератах последней толщи встречены гальки доломитов со строматолитами и известняков с остатками археоциат. Определите состав каждой толщи и объемы несогласий.



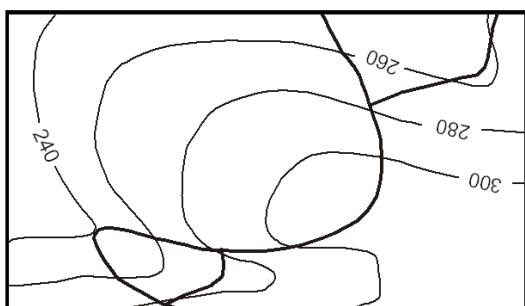
132. На старой схематической геологической карте нет индексов и крапов (оцифрованы горизонтали рельефа). В объяснительной записке описаны три толщи: 1) известняки; 2) темно-серые глины; 3) базальты с горизонтами кремней.

Кроме того, там есть три списка органических остатков: 1) фораминиферы живетского яруса; 2) конодонты эйфельского яруса; 3) листовая флора палеогена. Расставьте индексы и крапы, и определите объем несогласия. Известно, что все породы находятся в нормальном залегании.



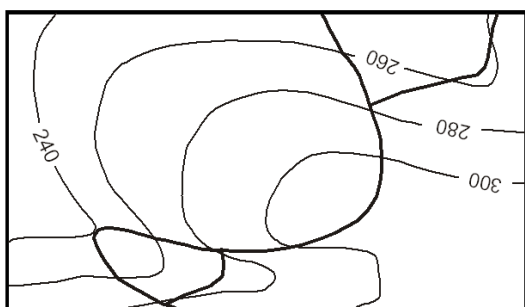
133. На старой схематической геологической карте нет индексов и крапов (оцифрованы горизонтали рельефа). В объяснительной записке описаны три толщи: 1) известняки; 2) темно-серые глины; 3) базальты с горизонтами кремней.

Кроме того, там есть три списка органических остатков: 1) фораминиферы живетского яруса; 2) конодонты эйфельского яруса; 3) листовая флора палеогена. Расставьте индексы и крапы, и определите объем несогласия. Известно, что известняки находятся в опрокинутом залегании.



134. На старой схематической геологической карте нет индексов и крапов (оцифрованы горизонтали рельефа). В объяснительной записке описаны три толщи: 1) известняки; 2) туфы риолитов с прослоями песчаников; 3) кремнистые алевролиты.

Кроме того, там приведены три списка органических остатков: 1) археоцитаты нижнего кембрия; 2) листовая флора среднего девона, 3) конодонты тремадокского яруса. Расставьте индексы и крапы, и определите объем несогласия. Известно, что известняки находятся в нормальном залегании.



135. На старой схематической геологической карте нет индексов и крапов (оцифрованы горизонтали рельефа). В объяснительной записке описаны три толщи: 1) известняки; 2) туфы риолитов с прослоями песчаников; 3) кремнистые алевролиты.

Кроме того, там приведены три списка органических остатков: 1) археоцитаты нижнего кембрия; 2) листовая флора среднего девона, 3) конодонты тремадокского яруса. Расставьте индексы и крапы, и определите объем несогласия. Известно, что известняки находятся в опрокинутом залегании.

## Раздел 4. Складки

### Задачи для начинающих

136. В прямой синклинали с горизонтальным шарниром одно из крыльев имеет падение ЮЗ-215  $\angle 60$ . Определите элементы залегания другого крыла складки.
137. В прямой антиклинали с горизонтальным шарниром одно из крыльев имеет падение СВ-40  $\angle 35$ . Определите элементы залегания другого крыла складки.
138. В опрокинутой антиклинали с горизонтальным шарниром одно из крыльев имеет падение СЗ-315  $\angle 85$ . Определите азимут падения другого крыла.
139. В опрокинутой синклинали с горизонтальным шарниром одно из крыльев имеет падение ЮВ-120  $\angle 55$ . Определите азимут падения другого крыла.
140. В наклонной антиклинали с горизонтальным шарниром одно из крыльев имеет падение СЗ-335  $\angle 60$ . Определите азимут падения другого крыла.
141. В наклонной синклинали с горизонтальным шарниром одно из крыльев имеет падение СВ-35  $\angle 50$ . Определите азимут падения другого крыла.
142. Осевая поверхность наклонной антиклинали с горизонтальным шарниром имеет падение ЮВ-160  $\angle 60$ . Определите элементы залегания северного крыла складки, если южное крыло падает под углом  $30^\circ$ .
143. Опрокинутое крыло антиклинали с горизонтальным шарниром падает на СВ-30  $\angle 60$ . Определите элементы залегания нормального крыла смежной синклинали, если известно, что осевые поверхности складок падают на СВ-30 под углом  $45^\circ$ .
144. Оси прямых смежных синклинали и антиклинали имеют простирание СЗ-290. Общее крыло складок падает под углом  $70^\circ$ . Определите элементы залегания других крыльев: юго-западного крыла антиклинали и северо-восточного крыла синклинали. Шарниры складок горизонтальны.

### Задачи для обученных

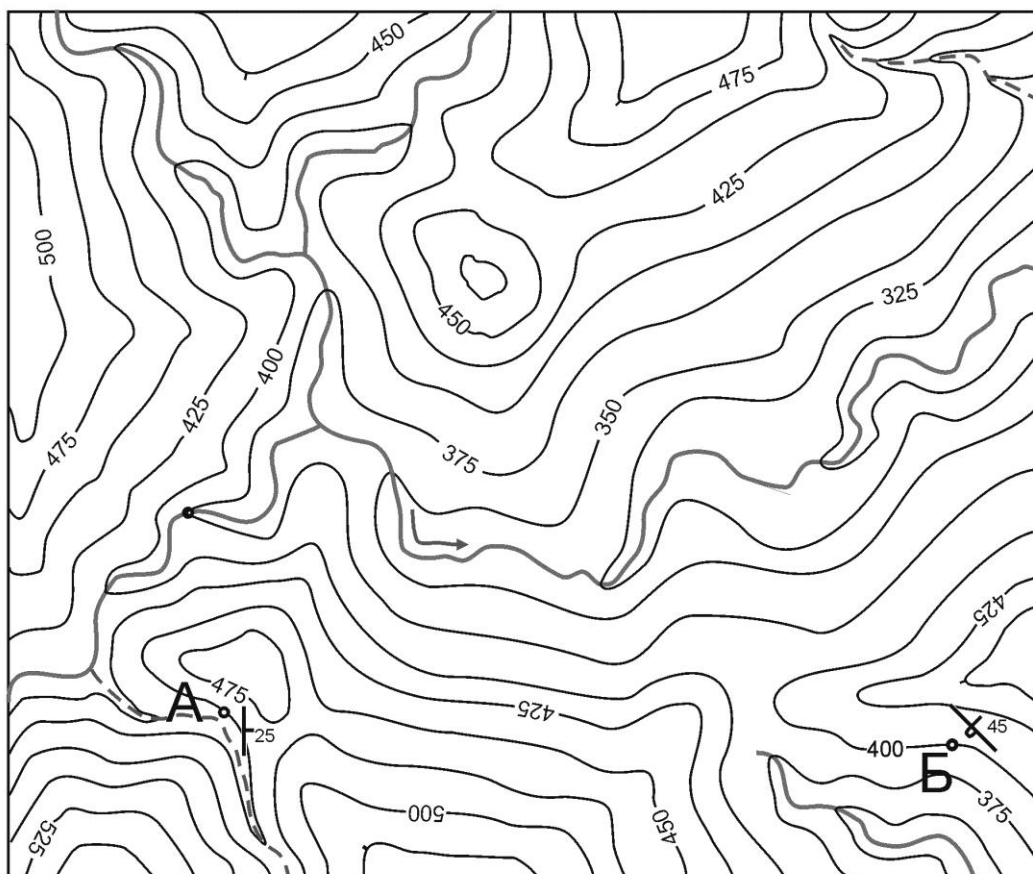
145. Опрокинутое крыло антиклинальной складки имеет простирание ЗСЗ-280 и погружается на юго-юго-запад под углом  $45^\circ$ . Определите направление и угол наклона осевой поверхности смежной синклинали, если известно, что складки изоклиналильные, а шарниры складок горизонтальны.
146. Вергентность складчатой зоны СВ-45  $\angle 60$ , одно из крыльев наклонной антиклинальной складки погружается под углом  $20^\circ$ . Определите элементы залегания другого крыла. Шарниры складок горизонтальны.
147. Вергентность складчатой зоны СВ-40  $\angle 70$ , восточное крыло наклонной синклинали складки погружается под углом  $15^\circ$ . Определите элементы залегания западного крыла. Шарниры горизонтальны.
148. Вергентность складчатой зоны ЮЗ-200  $\angle 45$ . Определите элементы залегания опрокинутого крыла антиклинальной складки, если известно, что нормальное крыло падает под углом  $40^\circ$ . Шарниры складок горизонтальны.
149. Вергентность складчатой зоны В-90  $\angle 45$ . Определите элементы залегания опрокинутого крыла антиклинальной складки, если известно, что нормальное крыло смежной синклинали падает под углом  $20^\circ$ . Шарниры складок горизонтальны.
150. Общее крыло смежных наклонных антиклинали и синклинали погружается на СВ-60  $\angle 60^\circ$ . Найти элементы залегания осевой поверхности антиклинали, зная, что её юго-западное крыло падает под углом  $30^\circ$ . Шарниры складок горизонтальны.
151. Общее крыло смежных наклонных антиклинали и синклинали погружается на СВ-60  $\angle 60^\circ$ . Найти элементы залегания северо-восточного крыла синклинали, если известно, что угол падения её осевой поверхности равен  $70^\circ$ . Шарниры складок горизонтальны.
152. Общее крыло смежных опрокинутых антиклинали и синклинали погружается на СВ-60  $\angle 60^\circ$ . Найти элементы залегания северо-восточного крыла синклинали, если известно, что угол падения её осевой поверхности равен  $70^\circ$ . Шарниры складок горизонтальны.

153. Синклинальная складка имеет угол  $100^\circ$  и простирается на СЗ-290. Определите элементы залегания северо-восточного крыла складки, если юго-западное крыло падает под углом  $30^\circ$ . Шарнир горизонтален.
154. Юго-западное крыло опрокинутой складки с валанжином в ядре и аптом на крыльях имеет элементы залегания ЮЗ-205  $\angle 28$ , осевая поверхность погружается в том же направлении под углом  $\angle 40$ . Определите элементы залегания северо-восточного крыла складки. Шарнир складки горизонтален.
155. Одно из крыльев лежащей складки имеет падение СВ-36  $\angle 16$ . Определите элементы залегания другого крыла. Шарнир горизонтален.
156. Угол лежащей складки –  $40^\circ$ . Определите элементы залегания крыльев складки, если известно, что простираение ее шарнира ЮЗ-205.
157. Осевая поверхность складки с вертикальным шарниром имеет простираение СЗ-333. Определите элементы залегания крыльев складки, если известно, что ее угол –  $30^\circ$ .
158. Огибающая поверхность серии соседних симметричных складок расположена вертикально и имеет простираение СВ-80. Определите элементы залегания крыльев складки, угол которой –  $20^\circ$ . Шарниры складок вертикальны.
159. Срединная поверхность серии соседних симметричных складок расположена вертикально и имеет простираение СЗ-285. Определите элементы залегания крыльев складки, угол которой –  $26^\circ$ . Шарниры складок горизонтальны.
160. Широтная синформа в ядре сложена эмскими песчаниками, а на крыльях – эйфельскими и далее – живетскими. Определите тип замыкания складки.
161. Складка в ядре сложена эмскими песчаниками, а на крыльях – эйфельскими и далее – живетскими. Определите тип замыкания складки, если известно, что породы находятся в нормальном залегании.
162. Складка в ядре сложена эмскими песчаниками, а на крыльях – эйфельскими и далее – живетскими. Определите тип замыкания складки, если известно, что породы находятся в перевернутом залегании.

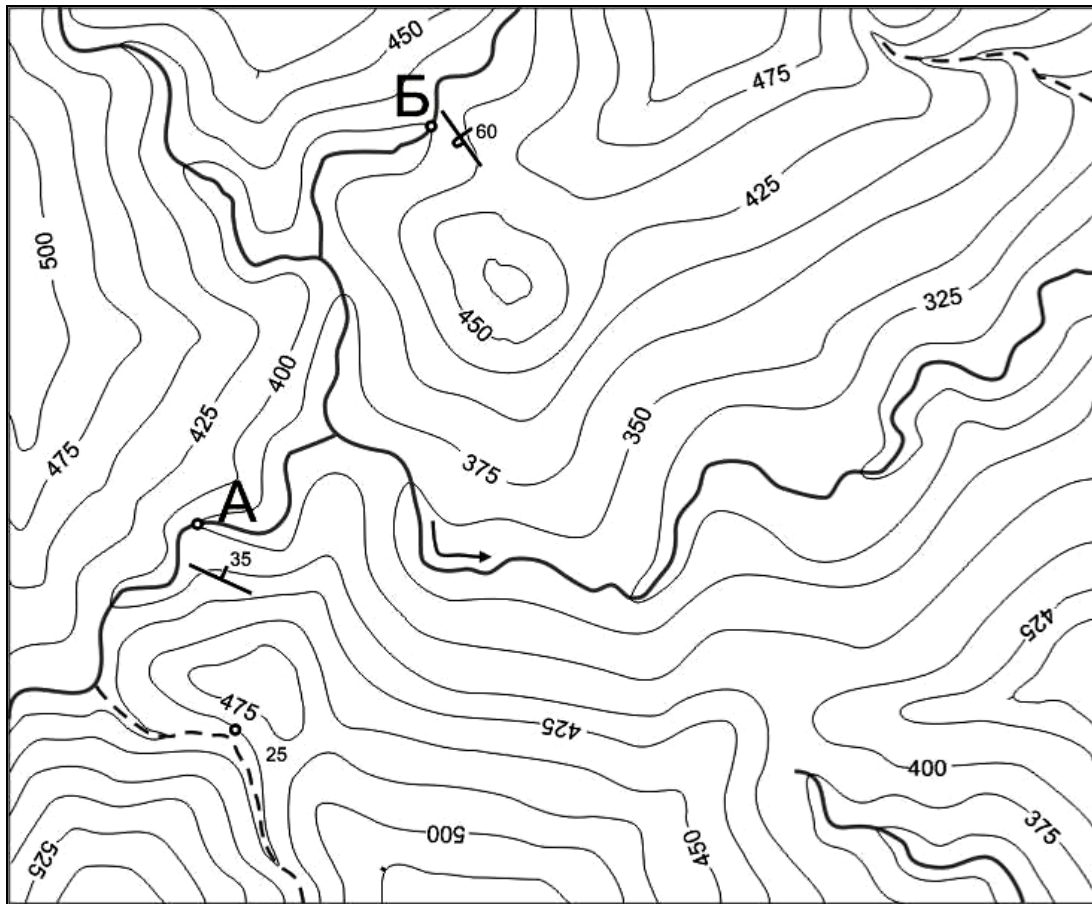
### Задачи для продвинутых

163. Шарнир в центриклинали широтной складки ундулирует, погружаясь на восток. В этом же направлении сеноманские известняки сменяются туронскими, а далее – коньякскими. Определите характер залегания слоев.
164. Шарнир в центриклинали широтной складки ундулирует, погружаясь на восток. В этом же направлении коньякские известняки сменяются туронскими, а далее – сеноманскими. Определите характер залегания слоев.
165. Шарнир в периклинали меридиональной складки погружается на юг. В этом же направлении батские глины сменяются келловейскими, а далее – оксфордскими. Определите характер залегания слоев.
166. Шарнир в периклинали меридиональной складки погружается на юг. В этом же направлении оксфордские глины сменяются келловейскими, а далее – батскими. Определите характер залегания слоев.
167. Общее крыло сопряженных лежащих антиклинальной и синклинальной складок погружается под углом  $30^\circ$  по азимуту ССЗ-350. Определите элементы залегания других крыльев складок.
168. Юго-западное крыло прямой антиклинальной складки погружается на ЮЮЗ-193  $\angle 60$ . Определите элементы залегания перевёрнутого крыла изоклинальной опрокинутой синклинали, смежной с северо-восточным крылом антиклинальной складки.
169. В моновергентной ( $\angle 30^\circ$ ) складчатой зоне опрокинутое крыло складки с тоарскими песчаниками на крыльях и ааленскими известняками в ядре падает на СЗ-300  $\angle 50$ . Определите элементы залегания нормального крыла смежной складки.
170. В моновергентной складчатой зоне (вергентность – ЮВ-125  $\angle 75$ ) асимметричная складка сложена готеривскими отложениями на крыльях и баррем-аптскими в ядре. Общее со смежной складкой крыло падает под углом  $30^\circ$ . Определите полные элементы залегания крыльев этих складок – антиклинали и синклинали и их тип.





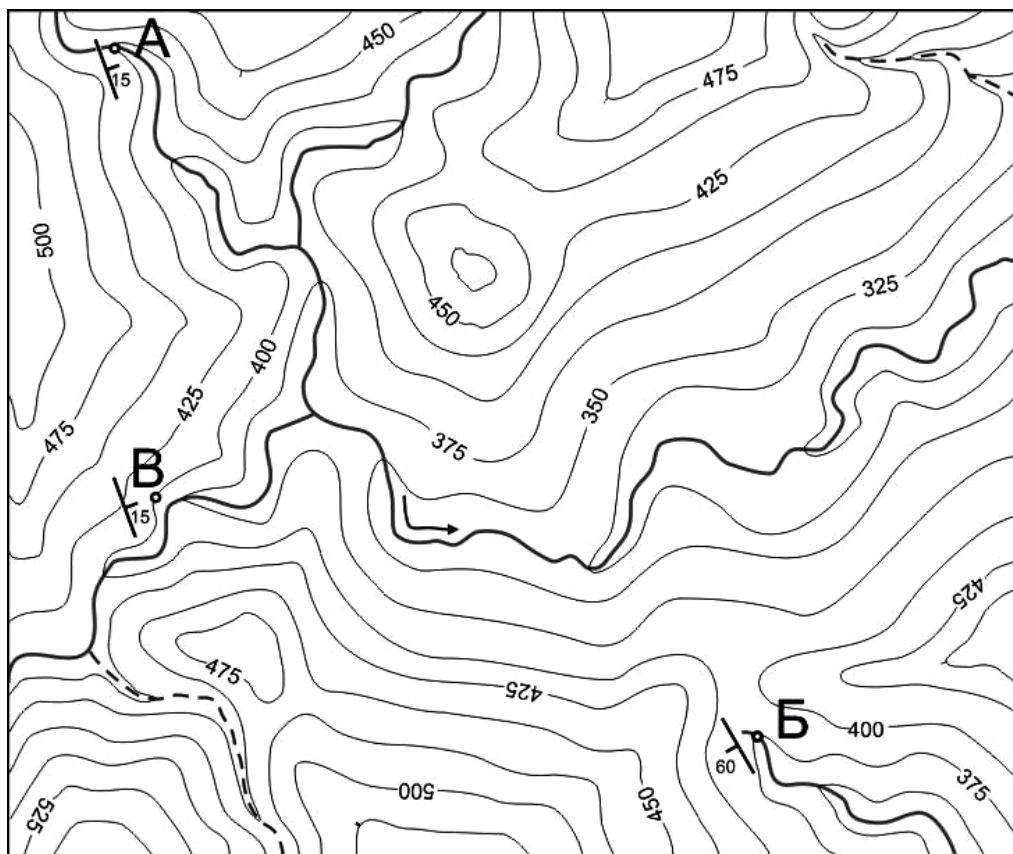
171. Масштаб карты 1:10 000. В т. "А" подошва меловых отложений имеет элементы залегания Аз пд В 90  $\angle$  25, ниже по склону выходят отложения юры. На другом крыле складки, в т. "Б" та же граница имеет элементы залегания Аз пд СВ 45  $\angle$  45, залегание опрокинутое. Требуется изобразить на карте геологическую ситуацию (крылья складки плоские, замок – готический), определить элементы залегания шарнира.
172. В точке А обнажается подошва пласта (АзПд 3-270,  $\angle$  30), слагающего западное крыло опрокинутой антиклинальной складки. На какой глубине вертикальная скважина вскрыет эту же границу, но уже на восточном крыле, если её заложить на осевой линии складки. Ширина складки, измеренная по подошве пласта, равна 320 м. Угол падения осевой поверхности 45°. Рельефом пренебречь.
173. В моновергентной складчатой зоне (вергентность – СВ-25  $\angle$  50) складка сложена датскими отложениями на крыльях и маастрихт-кампанскими в ядре. Общее со смежной складкой крыло падает под углом 30°. Определите полные элементы залегания крыльев этих складок – антиклинали и синклинали и их тип.



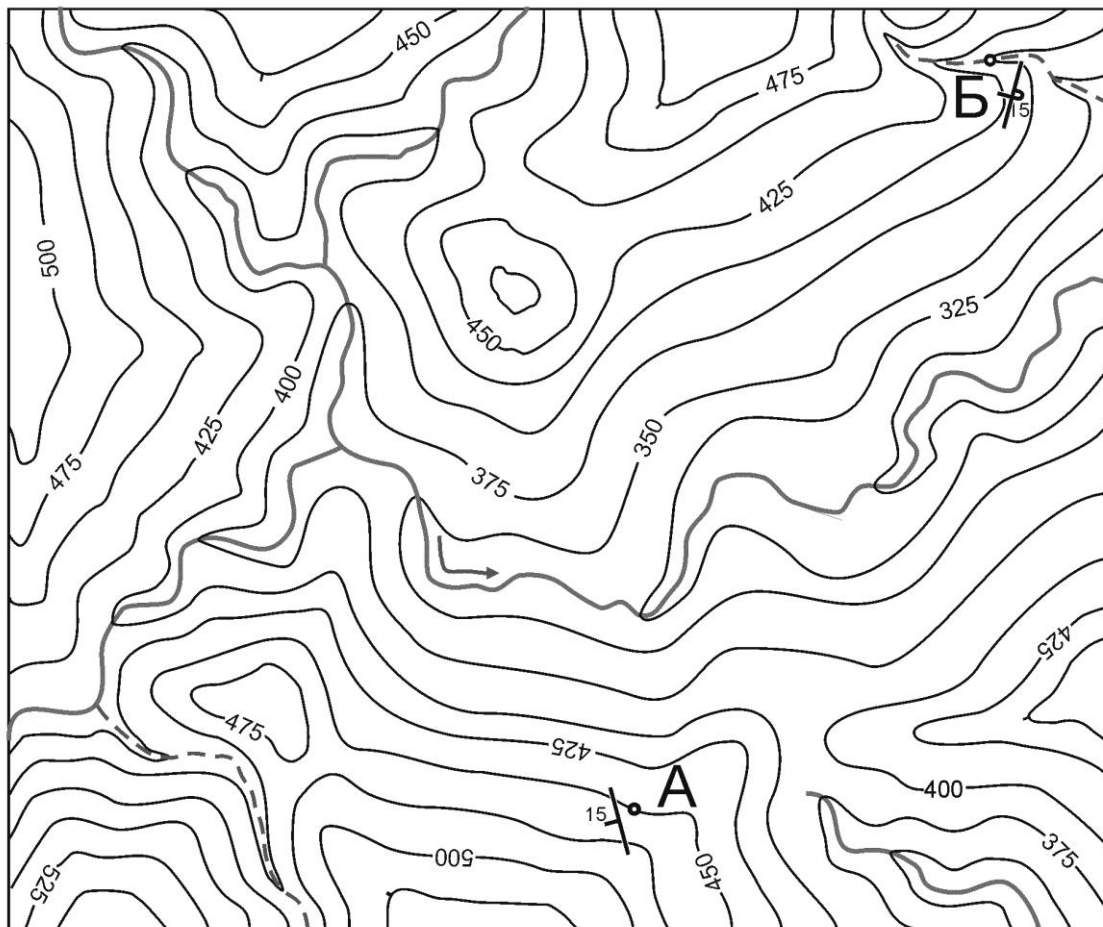
174. Масштаб карты 1:10 000. В т. "А" элементы залегания подошвы мела – Аз пд СВ 25  $\angle$ 35, юрские отложения распространены от точки выше по течению ручья; в т. "Б" та же граница имеет элементы залегания – Аз пд СВ 50  $\angle$ 60, залегание слоев опрокинутое. Требуется изобразить на карте геологическую ситуацию (крылья складки плоские, замок – готический), определить элементы залегания шарнира складки.

175. В моновергентной складчатой зоне (вергентность – СЗ-285  $\angle$ 60) складка сложена геттангскими отложениями на крыльях и синемюр-плинсбахскими в ядре. Общее со смежной складкой крыло падает под углом 30°. Определите полные элементы залегания крыльев этих складок – антиклинали и синклинали и их тип.

176. На геологической карте изображена складка, сложенная берриасскими (в ядре), валанжинскими и готеривскими (на крыльях) мергелями. Угол складки 40°, ее осевая поверхность падает под углом 45°, а ось складки имеет простирание СЗ-345. Определите тип складки и элементы залегания крыльев, если известно, что линия пересечения гребневой поверхности с рельефом расположена восточнее оси складки.



177. Масштаб карты 1:10 000. В т. "А" элементы залегания подошвы мела – Аз пд СВ 70  $\angle$ 15, юрские отложения обнажаются ниже по течению ручья; в т. Б та же граница имеет элементы залегания – Аз пд ЮЗ 240  $\angle$ 60, залегание слоев нормальное. В точке В для границы юрских и триасовых отложений замерен элемент залегания Аз пд СВ 70  $\angle$ 15. Требуется изобразить на карте геологическую ситуацию (крылья складки плоские, замок – готический), определить мощность юры.
178. На геологической карте изображена складка, сложенная синемюрскими песчаниками в ядре, геттангскими и ретскими алевролитами на крыльях. Угол складки 50°, ее осевая поверхность падает под углом 40°, а ось складки имеет простирание СВ-75. Определите тип складки и элементы залегания крыльев, если известно, что килевая линия этой складки расположена южнее ее оси.
179. Широтная, прямая, острая складка, сложенная в ядре альбом, а на крыльях сеноманом, вергирует в восточном направлении в две складки, вергирующие до запрокинутости навстречу друг другу. Нарисуйте геологическую схему и схематические разрезы для западной и восточной частей этой структуры.



180. Масштаб карты 1:10 000. В т. "А" элементы залегания подошвы мела – Аз пд ЮЗ 255  $\angle$ 15, юрские отложения обнажаются ниже по склону; в т. "Б" та же граница имеет элементы залегания – Аз пд ЮВ 105  $\angle$ 15, юрские отложения обнажаются выше по склону. Требуется изобразить на карте геологическую ситуацию (крылья складки плоские, замок – готический). Отрисуйте подошву палеогеновых отложений из расчета, что они залегают согласно на меловых, а вертикальная мощность мела – 75 м. Каковы будут элементы залегания трещин главного кливажа?
181. Как будет выглядеть на карте м-ба 1:200 000 складка, сложенная непрерывным разрезом: на крыльях – дациты оксфорда (1000 м), а в ядре – андезиты келловея (500 м), с осевой поверхностью, ориентированной широтно, южным крылом, падающим под углом 60°, а северным – 30°? Заметный рельеф отсутствует, шарнир ундулирует с волной в 6 км.

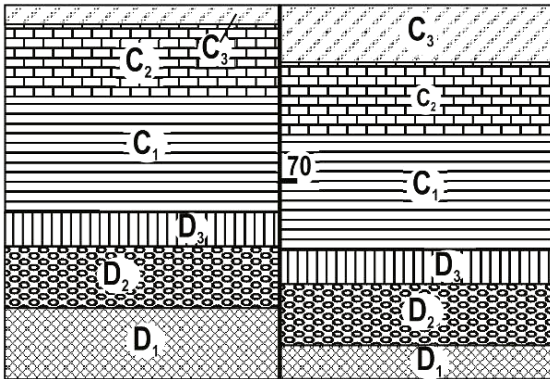
## Раздел 5. Разрывные нарушения

### Задачи для начинающих

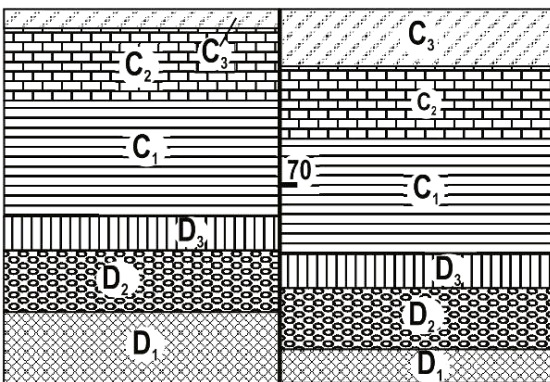
182. Широтный сброс (падение сместителя на север под углом  $70^\circ$ ) пересекает меридиональную вертикальную дайку долеритов, а восточнее ее – пласт известняков (АзПд В-90  $\angle 30$ ). Нарисуйте геологическую схему этого участка.
183. Широтный взброс (падение сместителя на север под углом  $80^\circ$ ) пересекает меридиональную вертикальную дайку долеритов, а восточнее ее – пласт доломитов (АзПд В-90  $\angle 20$ ). Нарисуйте геологическую схему этого участка.
184. Широтный правый сдвиг (залегание сместителя вертикальное) пересекает меридиональную вертикальную дайку долеритов, а восточнее ее – пласт конгломератов (АзПд В-90  $\angle 45$ ). Нарисуйте геологическую схему этого участка.
185. Широтный левый сдвиг (залегание сместителя вертикальное) пересекает меридиональную вертикальную дайку долеритов, а западнее ее – пласт песчаников (АзПд З-270  $\angle 35$ ). Нарисуйте геологическую схему этого участка.
186. Меридиональный сброс (падение сместителя на восток,  $\angle 75^\circ$ ) смещает широтную дайку гранит-порфиров (АзПд Ю-180  $\angle 40$ ), а южнее ее – пласт мергелей (АзПд С-0  $\angle 20$ ). Нарисуйте геологическую схему этого участка.
187. Меридиональный взброс (падение сместителя на запад,  $\angle 80^\circ$ ) смещает широтную дайку гранит-порфиров (АзПд С-0  $\angle 50$ ), а южнее ее – дайку микрогаббро (АзПд Ю-180  $\angle 10$ ). Нарисуйте геологическую схему этого участка.
188. Меридиональный взброс (падение сместителя на восток,  $\angle 70^\circ$ ) смещает пласт аргиллитов (АзПд Ю-180  $\angle 70$ ), а севернее – тот же пласт, но падающий на север под углом  $35^\circ$ ). Нарисуйте геологическую схему этого участка.

## Задачи для обученных

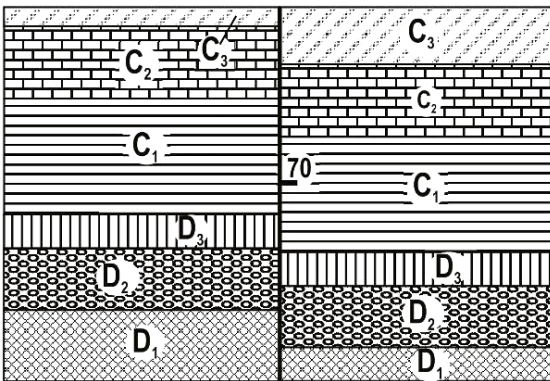
**Примечание:** в графических задачах берг-штрих показывает направление падения сместителя, а цифра рядом – угол его падения.



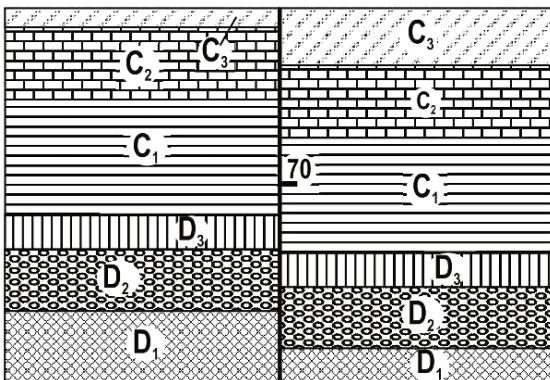
189. Сброс смещает крыло складки. Определите направление падения и характер залегания слоев.



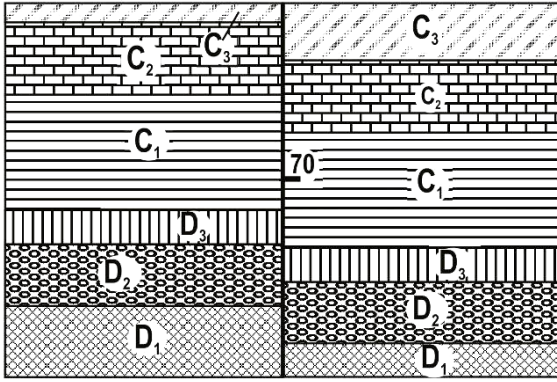
190. Взброс смещает крыло складки. Определите направление падения и характер залегания слоев.



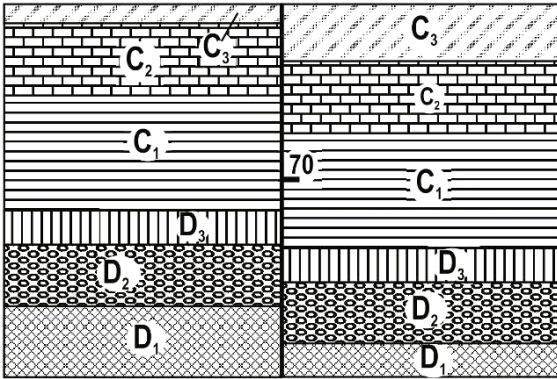
191. Сдвиг смещает крыло складки. Определите его тип, а также направление падения и характер залегания слоев.



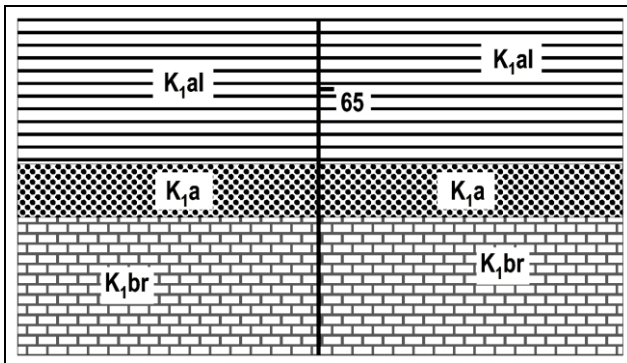
192. Разрыв смещает моноклираль с нормальным залеганием слоев. К каким морфологическим типам он может относиться?



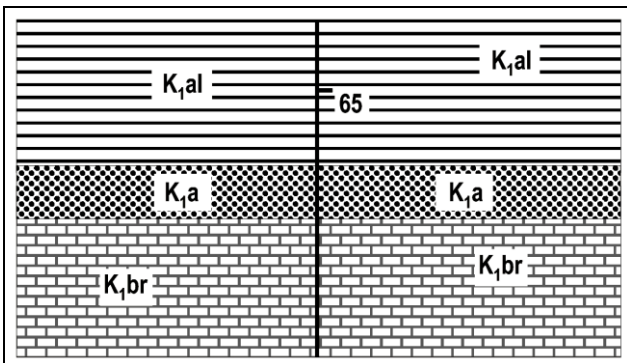
193. Разрыв смещает перевернутое крыло опрокинутой складки. К каким морфологическим типам он может относиться?



194. Разрыв смещает крыло складки. К какому морфологическому типу он относится? Породы залегают вертикально.

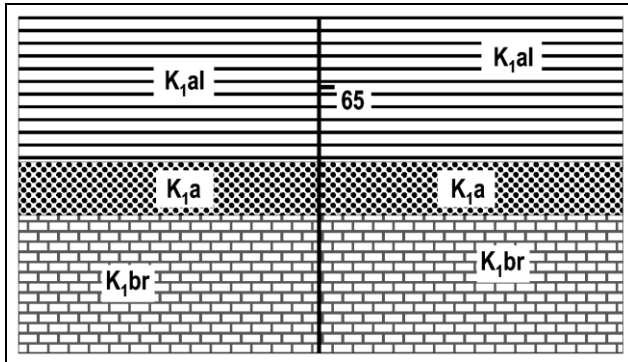


195. Сброс смещает толщу нижнемеловых пород, его полная амплитуда 100 м. Масштаб карты 1:10 000. Как залегают породы?

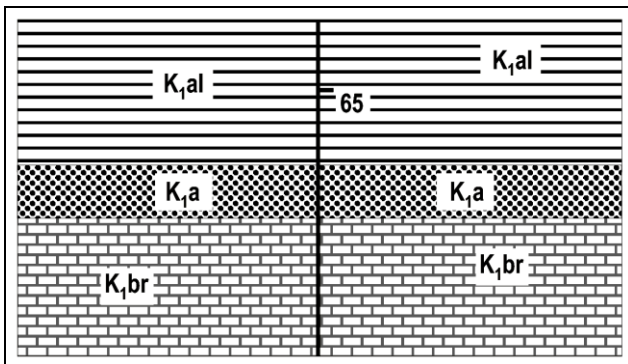


196. Взброс смещает толщу нижнемеловых пород, его полная амплитуда 100 м. Масштаб карты 1:10 000. Как залегают породы?

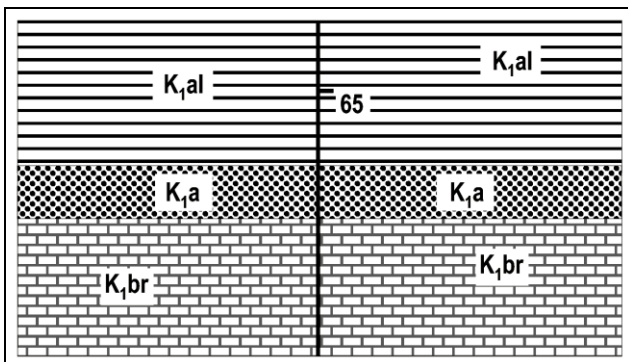
### Задачи для продвинутых



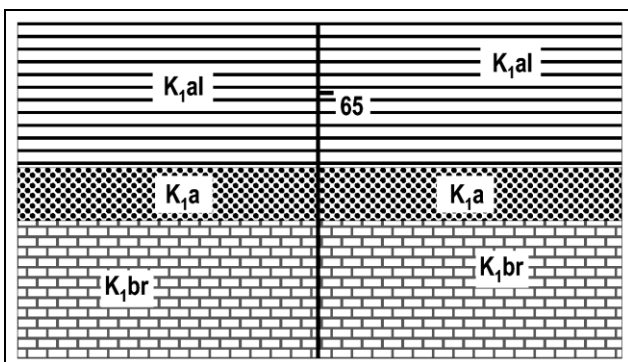
197. Правый сбросо-сдвиг смещает толщу нижнемеловых пород, его полная амплитуда 100 м. Масштаб карты 1:10 000. Определите направление падения и характер залегания слоев.



198. Левый сбросо-сдвиг смещает толщу нижнемеловых пород, его полная амплитуда 100 м. Масштаб карты 1:10 000. Определите направление падения и характер залегания слоев.



199. Левый взбросо-сдвиг смещает толщу нижнемеловых пород, его полная амплитуда 100 м. Масштаб карты 1:10 000. Определите направление падения слоев.



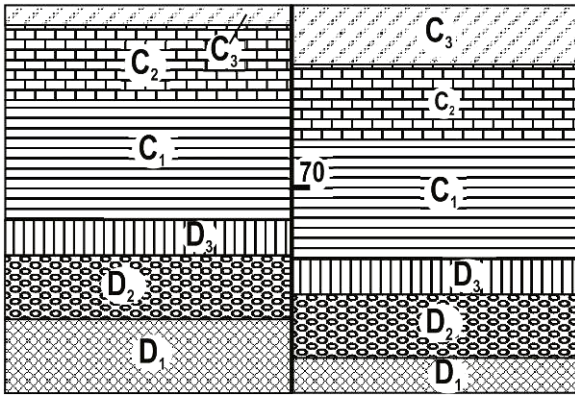
200. Правый взбросо-сдвиг смещает толщу нижнемеловых пород, его полная амплитуда 100 м. Масштаб карты 1:10 000. Определите направление падения и характер залегания слоев.



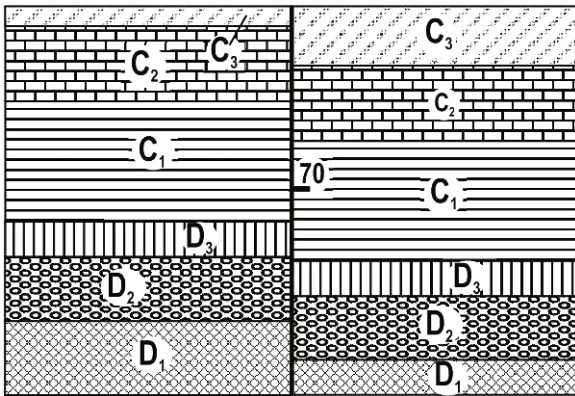
201. Азимут простирания разрыва СВ-30. В точке "А", расположенной на поверхности сместителя, описано вертикальное зеркало скольжения с горизонтальной штриховкой. В 100 м западнее точки "А" откартирована вертикальная дайка габбро мощностью 1 м (АзПр С-0), а в 150 м восточнее точки "А" – та же дайка, смещенная описанным выше разрывом. Нарисуйте геологическую схему, определите тип разрыва и его амплитуды (вертикальную и горизонтальную), считая, что зеркало скольжения отражает кинематику разрыва.
202. В старом полевом дневнике записаны элементы залегания поверхности зеркала скольжения – СВ-60  $\angle$  65, а из элементов залегания штриховки сохранился только угол – 50°. Допишите азимут падения штриховки, если известно, что разрыв – левый сдвиг-сброс, а зеркало отражает кинематику разрыва.
203. В старом полевом дневнике записаны элементы залегания поверхности зеркала скольжения – Ю-180  $\angle$  70, а из элементов залегания штриховки сохранился только угол – 55°. Допишите азимут падения штриховки, если известно, что разрыв – правый сдвиг-взброс, а зеркало отражает кинематику разрыва.
204. В старом полевом дневнике записаны элементы залегания поверхности зеркала скольжения – ЮЗ-220  $\angle$  30, из элементов залегания штриховки сохранился только угол – 15°. Допишите азимут падения штриховки, если известно, что разрыв – правый сдвиг-надвиг, а зеркало отражает кинематику разрыва.
205. Азимут простирания разрыва СЗ-330. В точке "А", расположенной на поверхности сместителя, описано зеркало скольжения (поверхность – АзПд СВ-60 $\angle$ 60, штриховка – АзПд СВ-60 $\angle$ 60). В 100 м севернее точки "А" откартирован пласт известняков мощностью 12 м (АзПд Ю-180 $\angle$ 30), а в 120 м южнее точки "А" – тот же пласт, смещенный описанным выше разрывом, с теми же элементами залегания. Нарисуйте геологическую схему, определите тип разрыва и его амплитуды (вертикальную и горизонтальную), считая, что зеркало скольжения отражает кинематику разрыва.

206. Азимут простирания разрыва СЗ-300. В точке "А", расположенной на поверхности сместителя, описано зеркало скольжения (поверхность – АзПд СВ-30 $\angle$ 60, штриховка – АзПд СВ-30 $\angle$ 60). В 150 м севернее точки "А" откартирован пласт андезитовых туфов мощностью 20 м (АзПд С-0 $\angle$ 25), а в 120 м южнее точки "А" – тот же пласт, смещенный описанным выше разрывом, с теми же элементами залегания. Нарисуйте геологическую схему, определите тип разрыва и его амплитуды (вертикальную и горизонтальную), считая, что зеркало скольжения отражает кинематику разрыва.
207. Азимут простирания разрыва СЗ-330. В точке "А", расположенной на поверхности сместителя, описано вертикальное зеркало скольжения с горизонтальной штриховкой. В 150 м севернее точки "А" откартирована вертикальная дайка долеритов мощностью 1 м (АзПр В-90), а в 30 м южнее точки "А" – та же дайка, смещенная описанным выше разрывом. Нарисуйте геологическую схему, определите тип разрыва и его амплитуды (вертикальную и горизонтальную), считая, что зеркало скольжения отражает кинематику разрыва.
208. Азимут простирания разрыва СВ-45. В точке "А", расположенной на поверхности сместителя, описано вертикальное зеркало скольжения (штриховка – АзПд СВ-45 $\angle$ 30). В 200 м западнее точки "А" откартирована вертикальная дайка гранит-порфиров мощностью 1 м (АзПр С-0), а в 120 м восточнее точки "А" – та же дайка, смещенная описанным выше разрывом. Нарисуйте геологическую схему, определите тип разрыва и его амплитуды (вертикальную и горизонтальную), считая, что зеркало скольжения отражает кинематику разрыва.
209. Азимут простирания разрыва В-90. В точке "А", расположенной на поверхности сместителя, описано вертикальное зеркало скольжения (штриховка – АзПд З-270 $\angle$ 15). В 80 м севернее точки "А" откартирована вертикальная дайка гранит-порфиров мощностью 1 м (АзПр СВ-45), а в 120 м южнее точки "А" – та же дайка, смещенная описанным выше разрывом. Нарисуйте геологическую схему, определите тип разрыва и его амплитуды (вертикальную и горизонтальную), считая, что зеркало скольжения отражает кинематику разрыва.

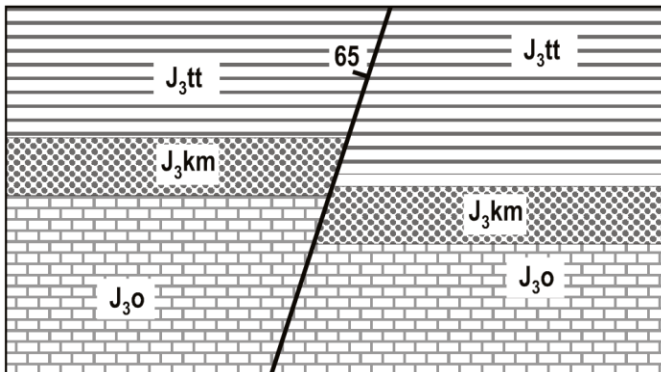
210. Азимут простирания разрыва СВ-70. В точке "А", расположенной у поверхности сместителя, описана зона рассланцевания (АзПд ЮВ-160/65). Западнее точки "А" располагается пласт песчаников (АзПд СВ-70/20). В северном крыле разрыва он находится на расстоянии 300 м по линии разлома от точки "А", а в южном – 100 м. Восточнее точки "А" разрыв смещает меридиональную вертикальную дайку микрогаббро. В северном крыле разрыва дайка находится на расстоянии 150 м по линии разлома от точки "А", а в южном – 300 м. Нарисуйте геологическую схему, определите тип разрыва, амплитуды (вертикальную и горизонтальную), считая, что зона рассланцевания параллельна поверхности сместителя, а смещение было одноактным.
211. Азимут простирания разрыва СВ-40. В точке "А", расположенной у поверхности сместителя, описана зона рассланцевания (АзПд СЗ-310/60). К юго-западу от точки "А" расположен пласт песчаников (АзПд СВ-40/30). В северном крыле разрыва он находится на расстоянии 240 м по линии разлома от точки "А", а в южном – 130 м. Северо-восточнее точки "А" разрыв смещает широтную вертикальную дайку микрогаббро. В северном крыле разрыва дайка находится на расстоянии 120 м по линии разлома от точки "А", а в южном – 310 м. Нарисуйте геологическую схему, определите тип разрыва, амплитуды (вертикальную и горизонтальную), считая, что зона рассланцевания параллельна поверхности сместителя, а смещение было одноактным.
212. Опрокинутая к северу складка широтного простирания, сложенная в ядре сеноманом (известняки), а на крыльях – кампаном (базальты 60 м) и маастрихтом (песчаники), имеет длину 600 м, а ширину 300 м (по границе кампана и маастрихта). Она пересечена диагональным правосторонним сдвигом с амплитудой смещения в 200 м. Нарисуйте наиболее вероятную геологическую схему и схематический разрез структуры.
213. Глубокая широтная долина вскрывает поверхность надвига и в аллохтоне – опрокинутую на восток складку с фаменом и турне на крыльях и с франом в ядре. Нарисуйте геологическую схему и схематический разрез этой структуры, учитывая, что опрокинутое крыло складки падает круче надвига.



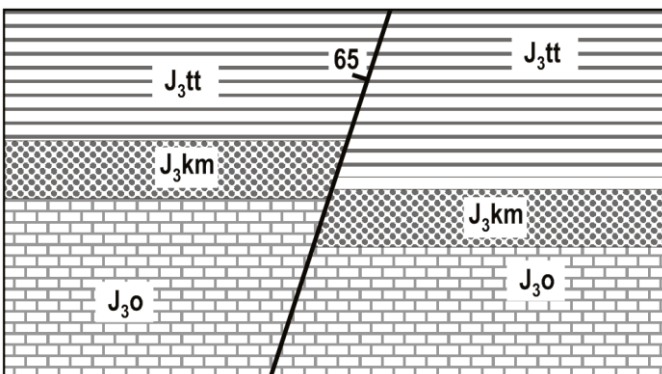
214. Разрыв комбинированной кинематики смещает нормально залегающую моноклираль. Известно, что одна из его составляющих – взброс. Что представляет собой вторая составляющая разрыва?



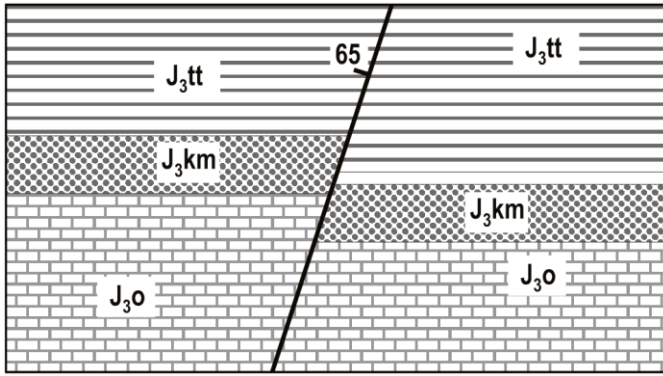
215. Разрыв комбинированной кинематики смещает толщ, имеющую опрокинутое залегание. Известно, что одна из его составляющих – сброс. Что представляет собой вторая составляющая разрыва?



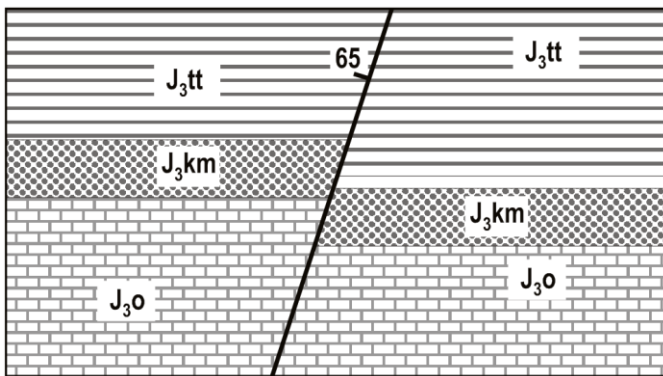
216. Нормально залегающая моноклираль смещена разрывом комбинированной кинематики. Известно, что одна из его составляющих – сброс. Какова вторая составляющая?



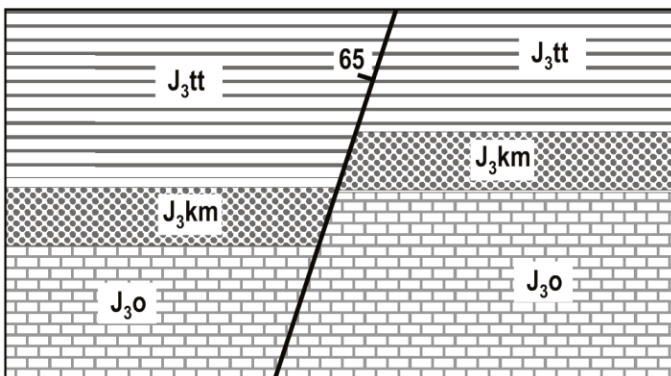
217. Нормально залегающая моноклираль смещена разрывом комбинированной кинематики. Известно, что одна из его составляющих – левый сдвиг. Какова вторая составляющая?



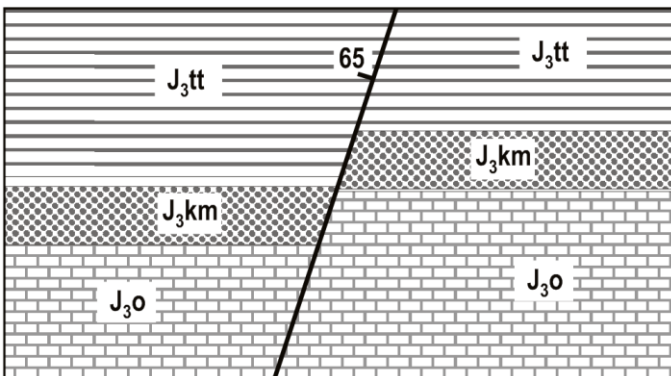
218. Перевернутая монокли-  
наль смещена разрывом  
комбинированной кинематики. Известно, что одна из его составляющих –  
взброс. Какова вторая составляющая?



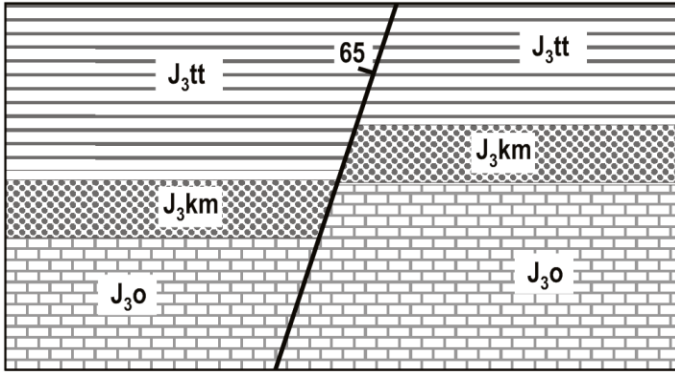
219. Перевернутая монокли-  
наль смещена разрывом  
комбинированной кинематики. Известно, что одна из его составляющих –  
левый сдвиг. Какова вто-  
рая составляющая?



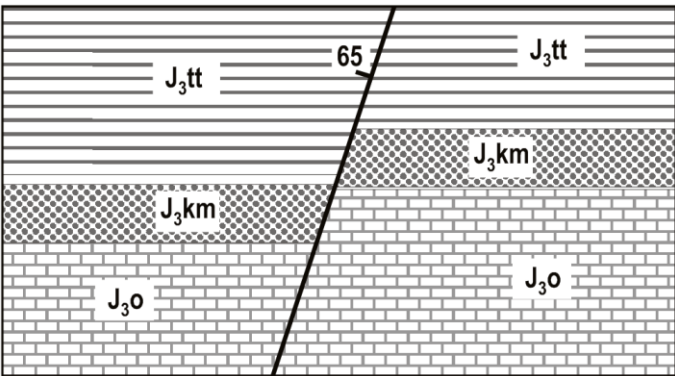
220. Нормально залегающая  
моноклиналль смещена  
разрывом комбинирован-  
ной кинематики. Извест-  
но, что одна из его со-  
ставляющих – взброс.  
Какова вторая составля-  
ющая?



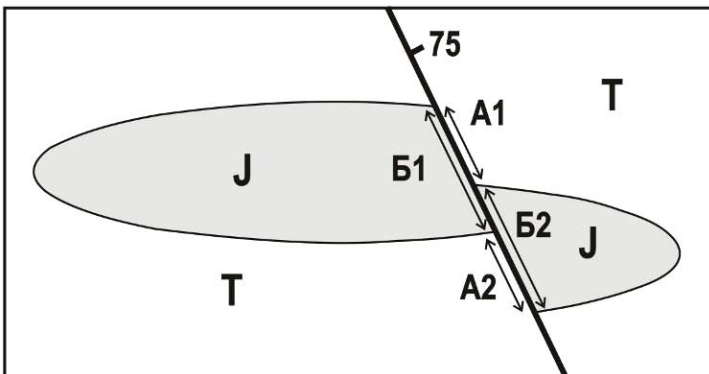
221. Нормально залегающая  
моноклиналль смещена  
разрывом комбинирован-  
ной кинематики. Извест-  
но, что одна из его со-  
ставляющих – правый  
сдвиг. Какова вторая со-  
ставляющая?



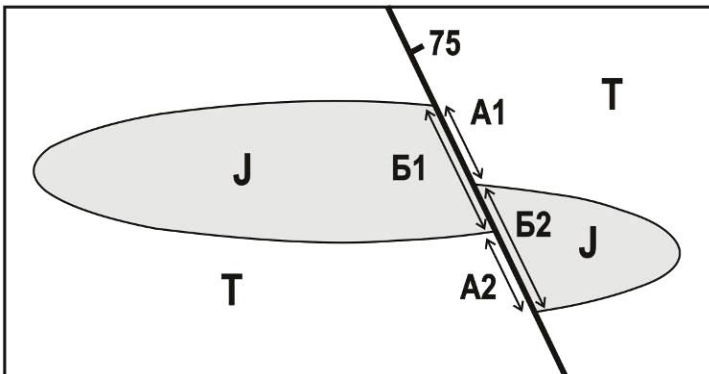
222. Перевернутая монокли-  
наль смещена разрывом  
комбинированной кине-  
матики. Известно, что  
одна из его составляю-  
щих – сброс. Какова вто-  
рая составляющая?



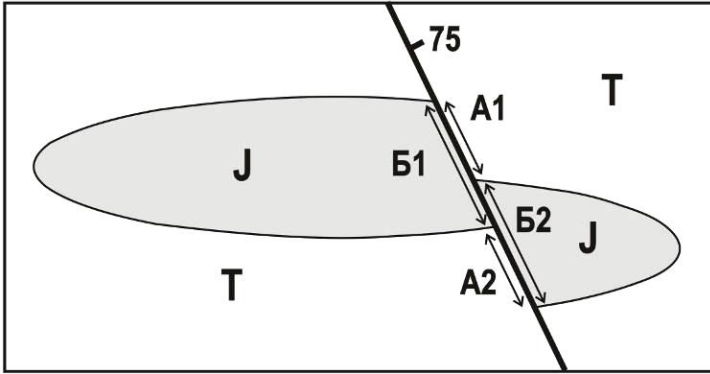
223. Перевернутая монокли-  
наль смещена разрывом  
комбинированной кине-  
матики. Известно, что  
одна из его составляю-  
щих – правый сдвиг. Ка-  
кова вторая составляю-  
щая?



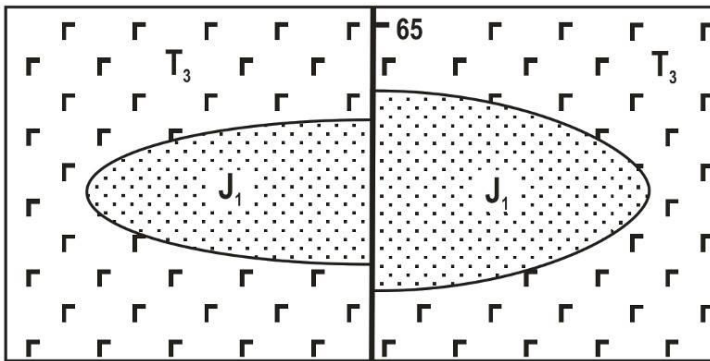
224. Определите морфоло-  
гию складки, если из-  
вестно, что  $A1=A2$ , а  
 $B1=B2$ , а разрыв –  
сдвиг.



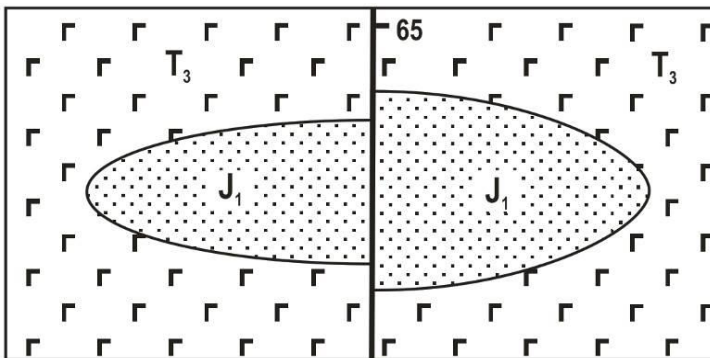
225. Определите морфоло-  
гию складки, если из-  
вестно, что  $A1=A2$ , а  
 $B1=B2$ , а разрыв –  
сброс.



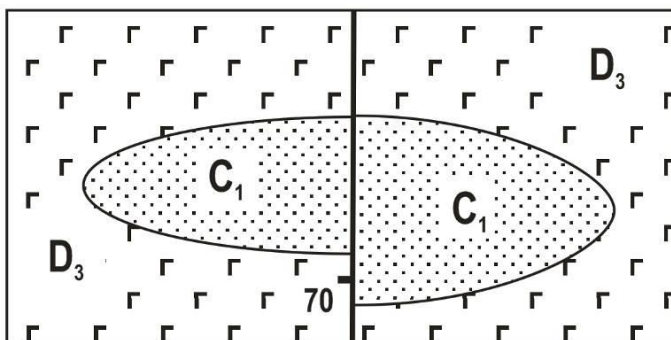
226. Определите морфологию складки, если известно, что  $A1=A2$ , а  $B1=B2$ , а разрыв – взброс.



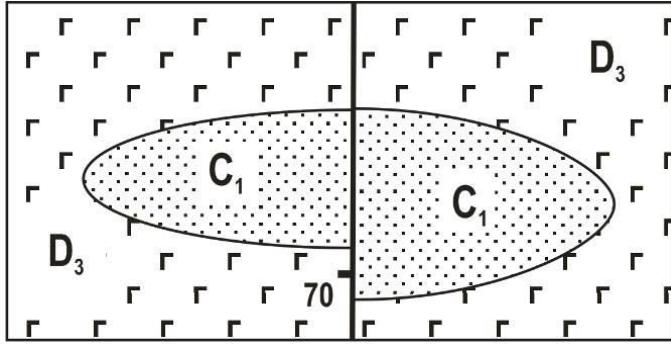
227. Определите морфологию складки, если известно, что разрыв – взброс.



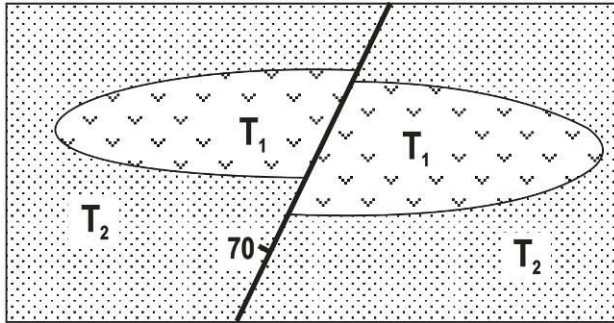
228. Определите морфологию складки, если известно, что разрыв – сброс.



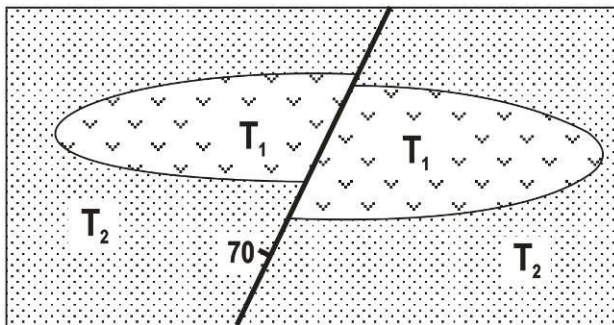
229. Определите морфологию складки, если известно, что разрыв – сброс.



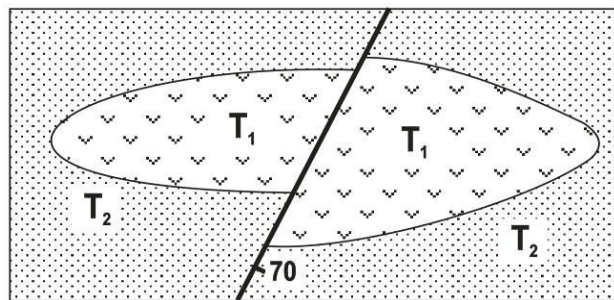
230. Определите морфологию складки, если известно, что разрыв – взброс.



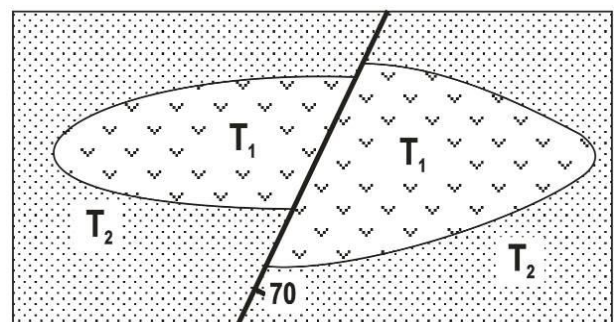
231. Определите морфологию складки, если известно, что разрыв – взброс.



232. Определите морфологию складки, если известно, что разрыв – сброс.



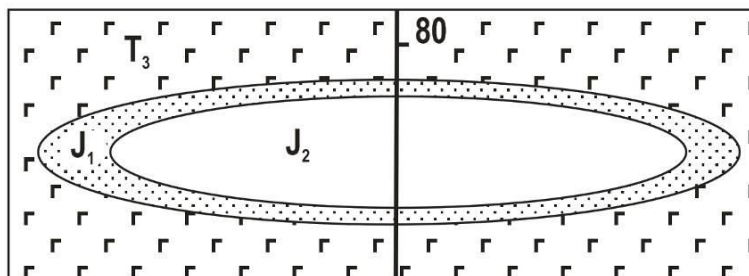
233. Определите морфологию складки, если известно, что разрыв – сброс.



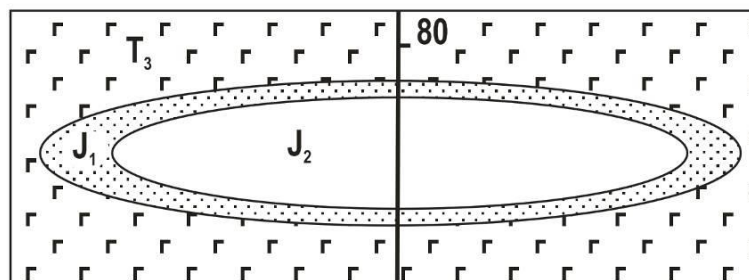
234. Определите морфологию складки, если известно, что разрыв – взброс.



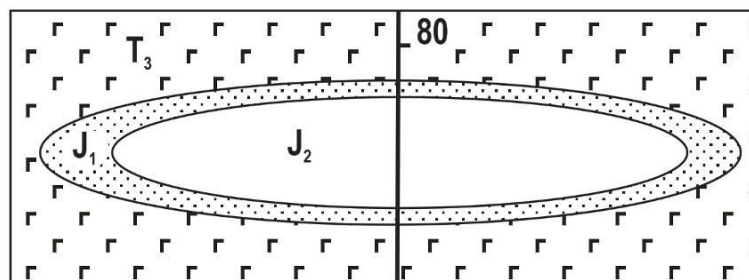
235. Глубокая широтная долина вскрывает поверхность надвига и в аллохтоне – опрокинутую на восток складку с фаменом и турне на крыльях и с франом в ядре. Нарисуйте геологическую схему и схематический разрез этой структуры, учитывая, что опрокинутое крыло складки падает положе надвига.



236. Масштаб карты 1:10 000. Складка пересечена сбросом с амплитудой 100 м. Определите морфологию складки.

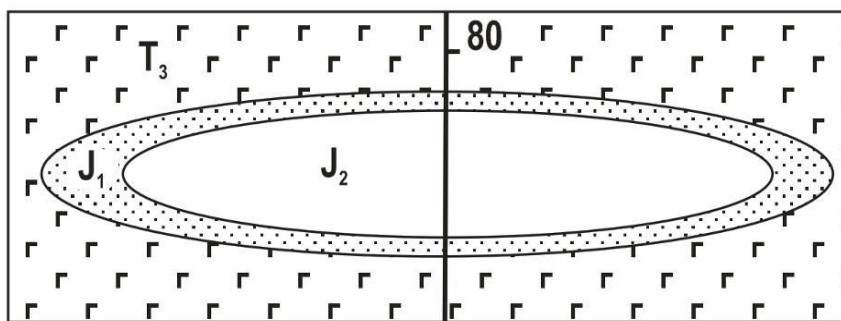


237. Масштаб карты 1:10 000. Складка пересечена взбросом с амплитудой 100 м. Определите морфологию складки.

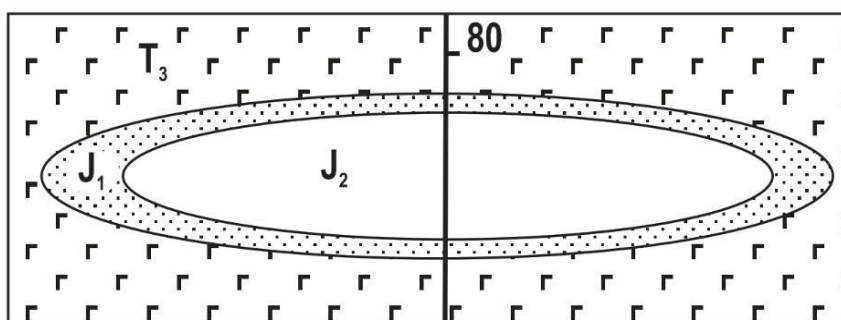


238. Масштаб карты 1:10 000. Складка пересечена правым сбросо-сдвигом с амплитудой 100 м. Определите морфологию складки.

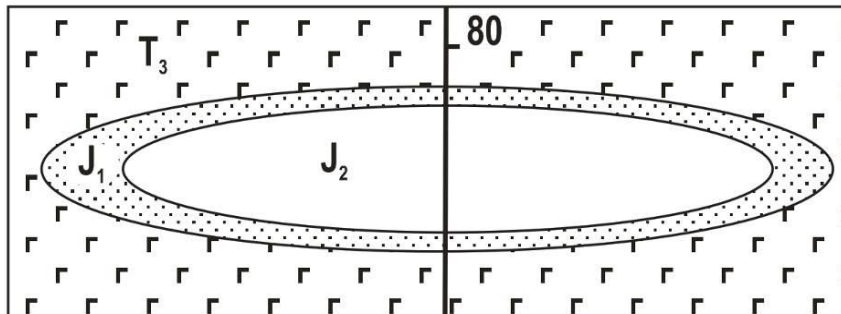
239. Широтная антиклиналь, сложенная известняками мела и палеогена, примерно по осевой линии пересечена взбросом, параллельным осевой поверхности, с амплитудой 100 м. Ширина складки, измеренная по подошве палеогена в северном крыле, 300 м, а длина – 900 м. Оба крыла складки падают на юг (70° и 40°). Определите элементы залегания разрыва, нарисуйте геологическую схему участка.



240. Масштаб карты 1:10 000. Складка пересечена левым сбросо-сдвигом с амплитудой 100 м. Определите морфологию складки.



241. Масштаб карты 1:10 000. Складка пересечена левым взбросо-сдвигом с амплитудой 100 м. Определите морфологию складки.



242. Масштаб карты 1:10 000. Складка пересечена правым взбросо-сдвигом с амплитудой 100 м. Определите морфологию складки.

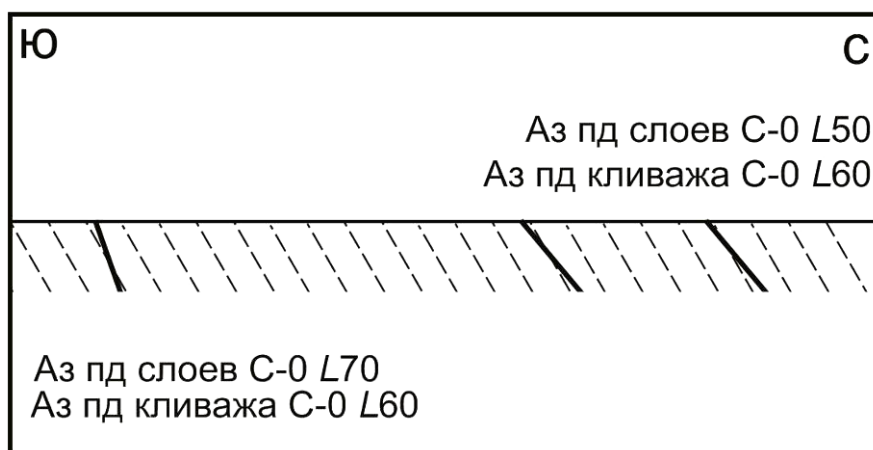
243. Меридиональная синклиналь, сложенная песчаниками девона и карбона, примерно по осевой линии пересечена сбросом, параллельным осевой поверхности, с амплитудой 200 м. Ширина складки, измеренная по подошве карбона в восточном крыле, 200 м, а длина – 1100 м. Оба крыла складки падают на запад ( $60^\circ$  и  $30^\circ$ ). Определите элементы залегания разрыва, нарисуйте геологическую схему участка.

## Раздел 6. Мезоструктуры

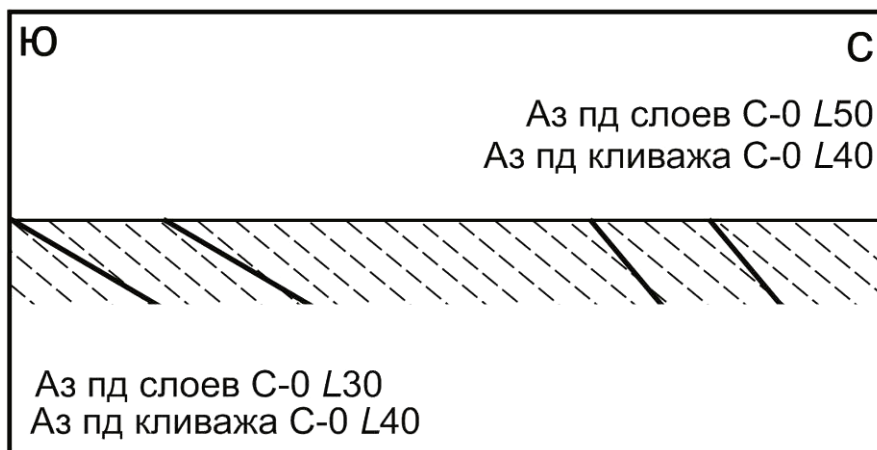
### Задачи для начинающих

244. В старом полевом дневнике записаны элементы залегания поверхности зеркала скольжения – ЮВ-120  $\angle$ 50, из элементов залегания штриховки сохранился только азимут падения – 180°. Допишите угол падения штриховки.
245. В старом полевом дневнике записаны элементы залегания штриховки зеркала скольжения – СВ-10  $\angle$ 25, из элементов залегания поверхности зеркала сохранился только азимут падения – СЗ-315°. Допишите угол падения зеркала.
246. В юго-западном крыле складки (АзПд ЮЗ-240  $\angle$ 40) отмечен главный кливаж (АзПд ЮЗ-240  $\angle$ 60). Определите морфологию складки и элементы залегания второго крыла.
247. В восточном крыле складки (АзПд В-90  $\angle$ 70) отмечен главный кливаж (АзПд В-90  $\angle$ 50). Определите морфологию складки и элементы залегания второго крыла.

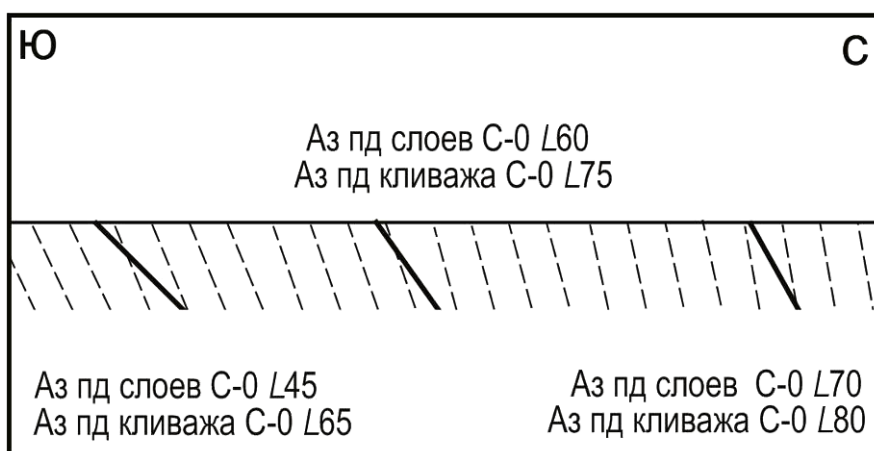
### Задачи для обученных



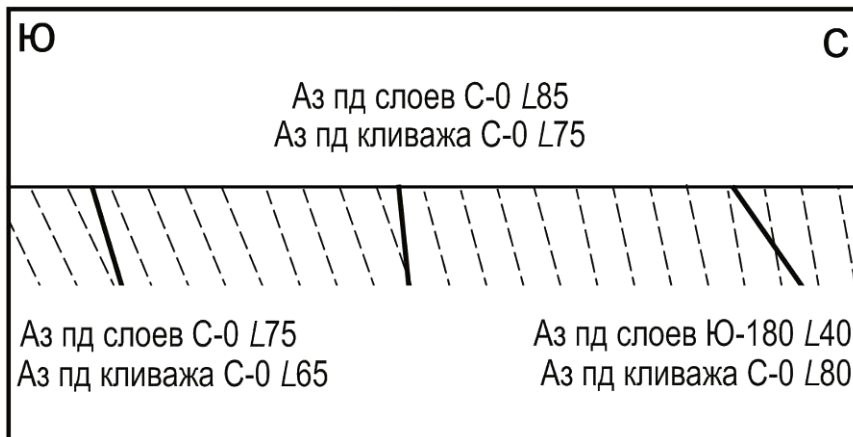
248. В кливажированной, однородной глинистой толще имеются сложности с определением залегания слоев. Вдоль непротяженного разреза есть замеры элементов залегания: а) слоистости по прослойкам мергелей (жирные линии) и б) трещин главного кливажа (тонкие пунктирные линии). Определите участки нормального и опрокинутого залегания слоев (если имеются), охарактеризуйте тип залегания толщи, наметьте положения осевых поверхностей складок.



249. В кливажированной, однородной глинистой толще имеются сложности с определением залегания слоев. Вдоль непротяженного разреза есть замеры элементов залегания: а) слоистости по прослойкам мергелей (жирные линии) и б) трещин главного кливажа (тонкие пунктирные линии). Определите участки нормального и опрокинутого залегания слоев (если имеются), охарактеризуйте тип залегания толщи, наметьте положения осевых поверхностей складок.



250. В кливажированной, однородной глинистой толще сложности с определением залегания слоев. Вдоль непротяженного разреза есть замеры элементов залегания: а) слоистости по прослойкам мергелей (жирные линии) и б) трещин главного кливажа (тонкие пунктирные линии). Определите участки нормального и опрокинутого залегания слоев (если имеются), охарактеризуйте тип залегания толщи, наметьте положения осевых поверхностей складок.



251. В кливажированной, однородной глинистой толще сложности с определением характера залегания слоев. Вдоль непротяженного разреза есть замеры элементов залегания слоистости по прослойкам мергелей (жирные линии) и ориентировки трещин главного кливажа (тонкие пунктирные линии). Определите участки нормального и опрокинутого залегания слоев (если имеются), охарактеризуйте тип залегания толщи, наметьте положения осевых поверхностей складок.

### Задачи для продвинутых

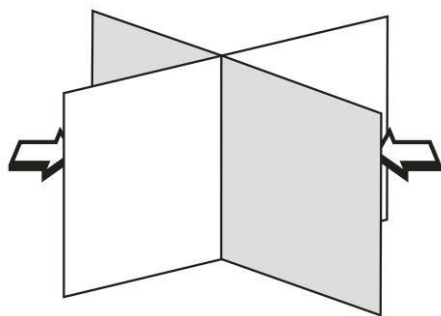
252. Складка сложена глинистыми сланцами с прослоями песчаников. В сланцах наблюдается вертикальный главный кливаж (АзПр СВ-65). Песчаники будинированы, оси будин залегают вертикально. Определите морфологические особенности складки, если известно, что азимут простирания песчаников в северном крыле – СВ-35.
253. Серия изоклинальных складок с горизонтальными шарнирами сложена глинистыми сланцами с прослоями песчаников. В сланцах наблюдается кливаж осевой поверхности (АзПд СЗ-330). Песчаники будинированы. Определите положение осей будин.
254. В тонкослоистых аргиллитах наблюдаются сопряженные вертикальные системы кинк-зон. Поверхности излома 1 системы имеют простирание СВ-30, а 2 системы – СЗ-330. Определите элементы залегания аргиллитов.
255. В тонко рассланцованных андезитах наблюдаются сопряженные вертикальные системы кинк-зон. Поверхности излома 1 системы имеют простирание СЗ-285, а 2 системы – СЗ-345. Определите элементы залегания структур рассланцевания.

## Раздел 7.

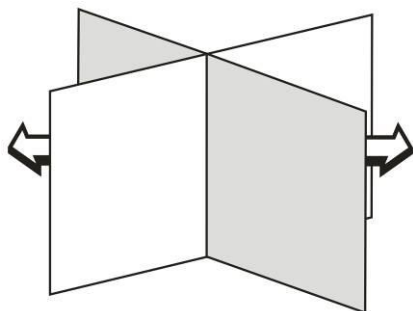
### Восстановление полей палеотектонических напряжений

#### Задачи для начинающих

256. Вы наблюдаете пологие трещины отрыва. Что можно сказать об ориентировке главных осей напряжений (в рамках модели Андерсона)?
257. Вы наблюдаете две крутых системы сколов СЗ и СВ простирания. Что можно сказать об ориентировке главных осей напряжений (в рамках модели Андерсона)?
258. Вы наблюдаете две системы сколов: 1) АзПд Ю-180  $\angle 40^\circ$  и 2) АзПд С-0  $\angle 40^\circ$ . Как ориентированы главные оси напряжений (в рамках модели Андерсона)?
259. Вы наблюдаете две системы сколов: 1) АзПд В-90  $\angle 42^\circ$  и 2) АзПд З-270  $\angle 43^\circ$ . Как ориентированы главные оси напряжений (в рамках модели Андерсона)?
260. Вы наблюдаете две системы вертикальных сколов: 1) АзПр ССВ-10 и 2) АзПр ВСВ-80. Как ориентированы главные оси напряжений (в рамках модели Андерсона)?

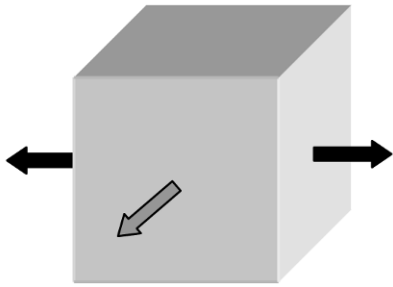


261. На рисунке стрелками показано направление главного минимального напряжения и система трещин скола. Подпишите левый (Л) и правый (П) сдвиги. Покажите, как ориентированы главные максимальное и среднее напряжения (модель Андерсона).

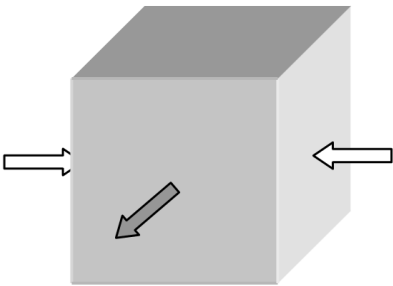


262. На рисунке стрелками показано направление главного максимального напряжения и сопряженные сколы. Подпишите левый (Л) и правый (П) сдвиги. Покажите, как ориентированы главные минимальное и среднее напряжения (модель Андерсона).

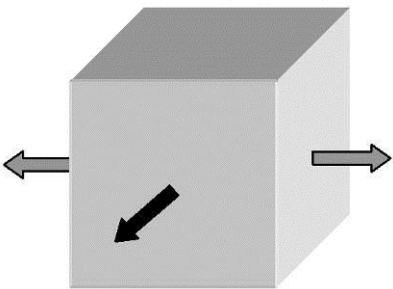
### Задачи для обученных



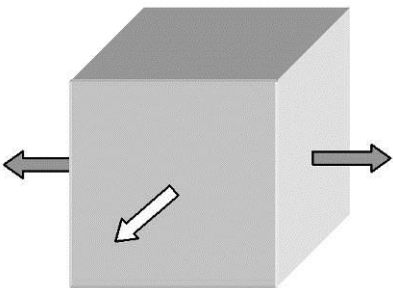
263. На рисунке стрелками показаны направления максимального (черные) и среднего (серые) главных напряжений (модель Андерсона). Нарисуйте положение трещин отрыва и скола. Подпишите левый (Л) и правый (П) сдвиги.



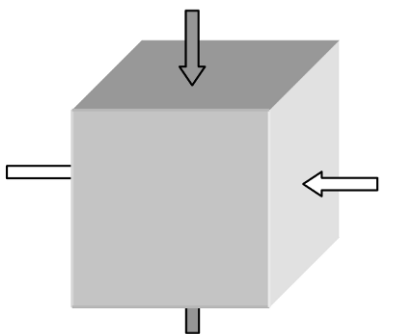
264. На рисунке стрелками показаны направления минимального (белые) и среднего (серые) главных напряжений (модель Андерсона). Нарисуйте положение трещин отрыва и скола. Подпишите левый (Л) и правый (П) сдвиги.



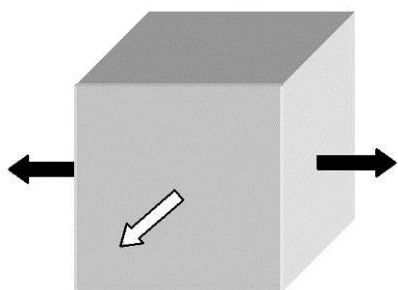
265. На рисунке стрелками показаны направления максимального (черные) и среднего (серые) главных напряжений (модель Андерсона). Нарисуйте положение трещин отрыва и скола. Подпишите левый (Л) и правый (П) сдвиги.



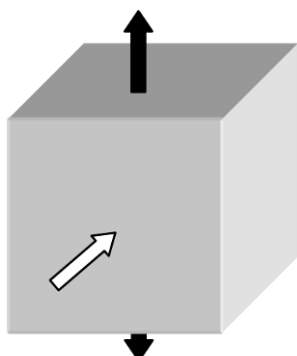
266. На рисунке стрелками показаны направления минимального (белые) и среднего (серые) главных напряжений (модель Андерсона). Нарисуйте положение трещин отрыва и скола. Подпишите левый (Л) и правый (П) сдвиги.



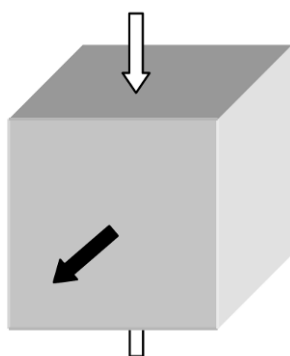
267. На рисунке стрелками показаны направления минимального (белые) и среднего (серые) главных напряжений (модель Андерсона). Нарисуйте положение трещин отрыва и скола. Подпишите левый (Л) и правый (П) сдвиги.



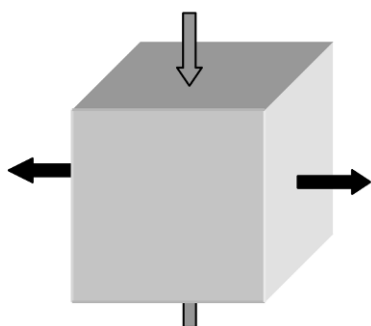
268. На рисунке стрелками показаны направления минимального (белые) и максимального (черные) главных напряжений (модель Андерсона). Нарисуйте положение трещин отрыва и скола. Подпишите левый (Л) и правый (П) сдвиги.



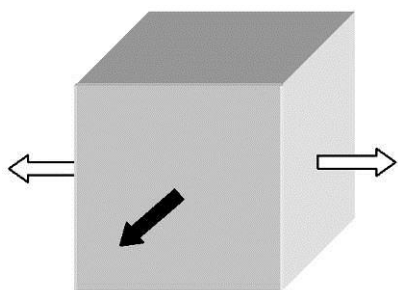
269. На рисунке стрелками показаны направления минимального (белые) и максимального (черные) главных напряжений (модель Андерсона). Нарисуйте положение трещин отрыва и скола. Подпишите левый (Л) и правый (П) сдвиги.



270. На рисунке стрелками показаны направления минимального (белые) и максимального (черные) главных напряжений (модель Андерсона). Нарисуйте положение трещин отрыва и скола. Подпишите левый (Л) и правый (П) сдвиги.

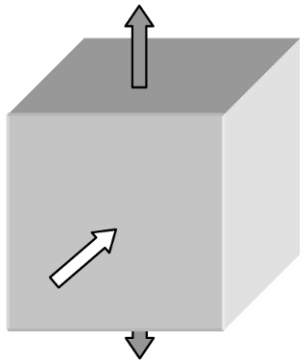


271. На рисунке стрелками показаны направления максимального (черные) и среднего (серые) главных напряжений (модель Андерсона). Нарисуйте положение трещин отрыва и скола. Подпишите левый (Л) и правый (П) сдвиги.

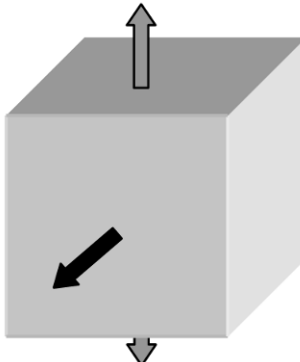


272. На рисунке стрелками показаны направления минимального (белые) и максимального (черные) главных напряжений (модель Андерсона). Нарисуйте положение трещин отрыва и скола. Подпишите левый (Л) и правый (П) сдвиги.

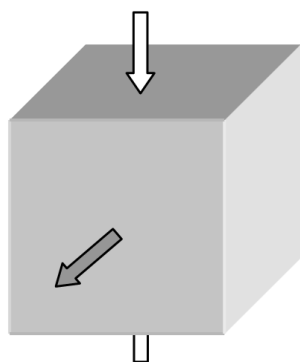




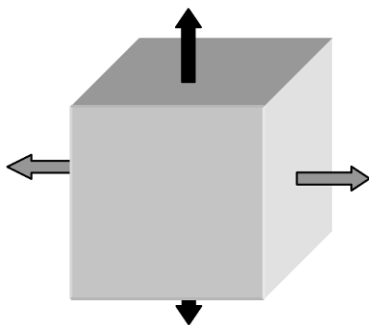
273. На рисунке стрелками показаны направления минимального (белые) и среднего (серые) главных напряжений (модель Андерсона). Нарисуйте положение трещин отрыва и скола. Подпишите левый (Л) и правый (П) сдвиги.



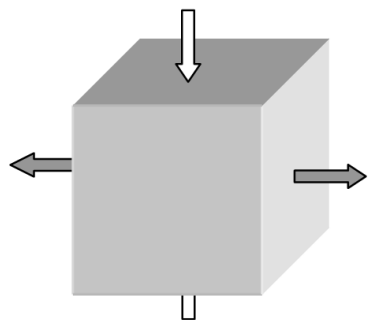
274. На рисунке стрелками показаны направления максимального (черные) и среднего (серые) главных напряжений (модель Андерсона). Нарисуйте положение трещин отрыва и скола. Подпишите левый (Л) и правый (П) сдвиги.



275. На рисунке стрелками показаны направления минимального (белые) и среднего (серые) главных напряжений (модель Андерсона). Нарисуйте положение трещин отрыва и скола. Подпишите левый (Л) и правый (П) сдвиги.



276. На рисунке стрелками показаны направления максимального (черные) и среднего (серые) главных напряжений (модель Андерсона). Нарисуйте положение трещин отрыва и скола. Подпишите левый (Л) и правый (П) сдвиги.



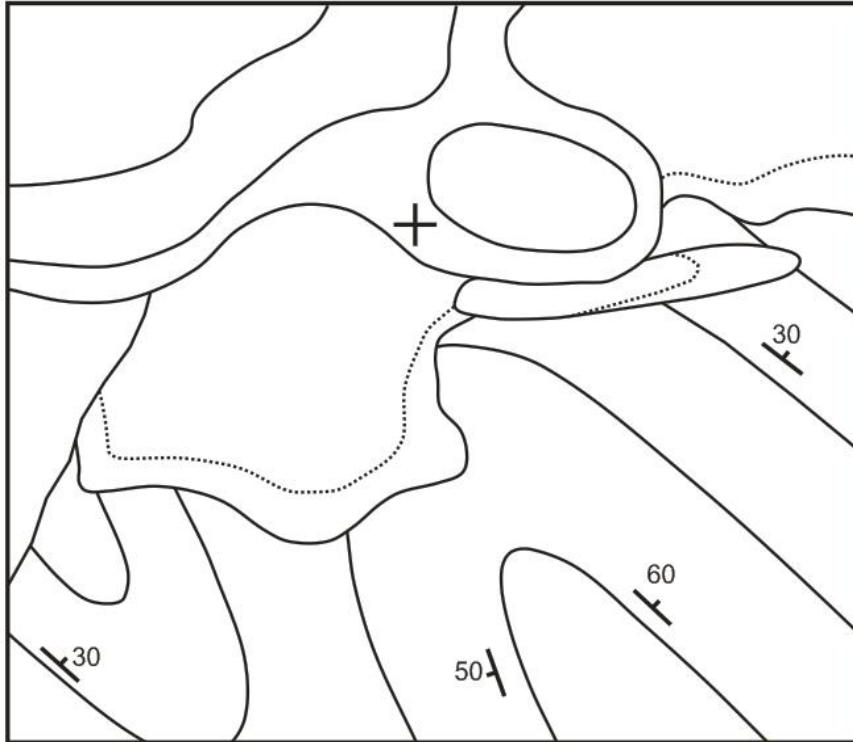
277. На рисунке стрелками показаны направления минимального (белые) и среднего (серые) главных напряжений (модель Андерсона). Нарисуйте положение трещин отрыва и скола. Подпишите левый (Л) и правый (П) сдвиги.

### Задачи для продвинутых

278. В сдвиговой зоне выявлены 5 систем вертикальных трещин: 1) сколы – АзПр ССВ-15; 2) сколы – АзПр СВ-30; 3) сколы – АзПр СВ-45; 4) отрывы с кварцевыми жилами – АзПр ССЗ-345. По пятой системе записи потеряны. Определите (в рамках модели Риделя) кинематику и ориентировку всех сдвигов, в том числе и того, по которому записи не сохранились. Как ориентированы главные оси напряжений?
279. В сдвиговой зоне выявлены 5 систем вертикальных трещин: 1) сколы – АзПр СЗ-300; 2) сколы – АзПр ЗСЗ-285; 3) сколы – АзПр ССВ-15; 4) отрывы с кварцевыми жилами – АзПр ССЗ-345. По пятой системе записи потеряны. Определите (в рамках модели Риделя) кинематику и ориентировку всех сдвигов, в том числе и того, по которому записи не сохранились. Как ориентированы главные оси напряжений?
280. В сдвиговой зоне выявлены 5 систем вертикальных трещин: 1) сколы левые – АзПр В-90; 2) сколы – АзПр ВСВ-75; 3) сколы правые – АзПр С-0. По двум системам записи потеряны. Определите (в рамках модели Риделя) кинематику и ориентировку всех разрывов, в том числе и тех, по которым записи не сохранились. Как ориентированы главные оси напряжений?
281. Вы наблюдаете 2 системы вертикальных трещин: 1) сколы правые – АзПр СЗ-315 и 2) сколы левые – АзПр СВ-30. Как ориентированы главные оси напряжений, если интерпретировать эти сколы: а) по Андерсону; б) по Риделю, считая, что первые это Y-сколы, а вторые – антириделевские сколы ( $R'$ )?
282. Вы наблюдаете 2 системы вертикальных трещин: 1) сколы правые – АзПр СЗ-330 и 2) сколы левые – АзПр СВ-30. Как ориентированы главные оси напряжений, если интерпретировать эти сколы: а) по Андерсону; б) по Риделю, считая, что сколы 1 – риделевские ( $R$ ), сколы 2 – антириделевские ( $R'$ ), а угол внутреннего трения –  $30^\circ$ ?
283. Вы наблюдаете 2 системы вертикальных трещин: 1) сколы правые – АзПр СЗ-330 и 2) сколы левые – АзПр СВ-30. Как ориентированы главные оси напряжений, если интерпретировать эти сколы: а) по Андерсону; б) по Риделю, считая, что скол 1 – вторичный риделевский ( $P$ ), скол 2 – антириделевский ( $R'$ ), а угол внутреннего трения –  $30^\circ$ ?

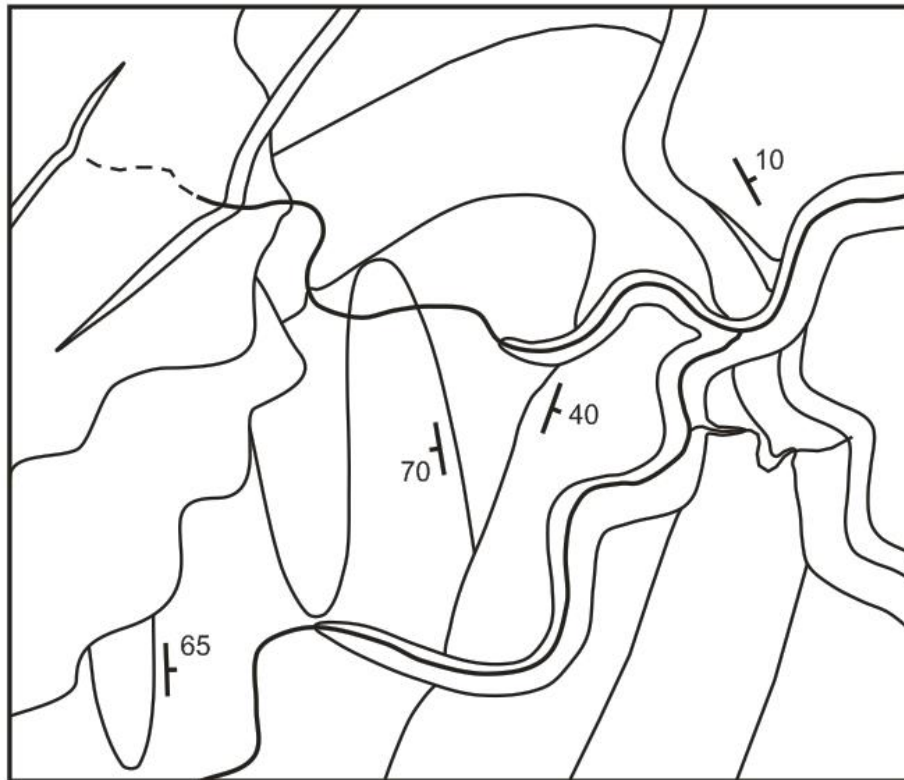
## Раздел 8. Геологическое картирование

### Задачи для продвинутых



284. На старой схематической геологической карте нет индексов и крапов. В объяснительной записке описаны следующие комплексы: 1. Верхний силур, ляпинская свита. Базальты. 2. Нижний девон, уткинская свита. Яшмы, аргиллиты. 3. Средний девон, эйфельский ярус, лужинская свита. Аргиллиты. 4. Средний девон, живетский ярус – верхний девон, чернореченская свита, нижняя подсвита. Мергели, аргиллиты. 5. Верхний девон, чернореченская свита, верхняя подсвита. Черные мергели. 6. Ранний карбон. Потаповский комплекс. Гранодиорит-порфиры. 7. Ранний карбон. Потаповский комплекс. Среднезернистые гранодиориты. 8. Верхняя юра. Жерловые трахиты и трахитовые брекчии. 9. Верхняя юра, чиркинская свита. Трахитовые туфы. 10. Оligоцен – нижний миоцен, вашская свита, нижняя подсвита. Пески. 11. Оligоцен – нижний миоцен, вашская свита, верхняя подсвита. Глины. 12. Плиоцен, лисавинская свита. Пески, диатомиты.

Составьте индексы, расставьте их на карте в соответствии с геологической ситуацией. Расставьте крапы. Выделите несогласные границы на карте и определите морфологические типы несогласий.



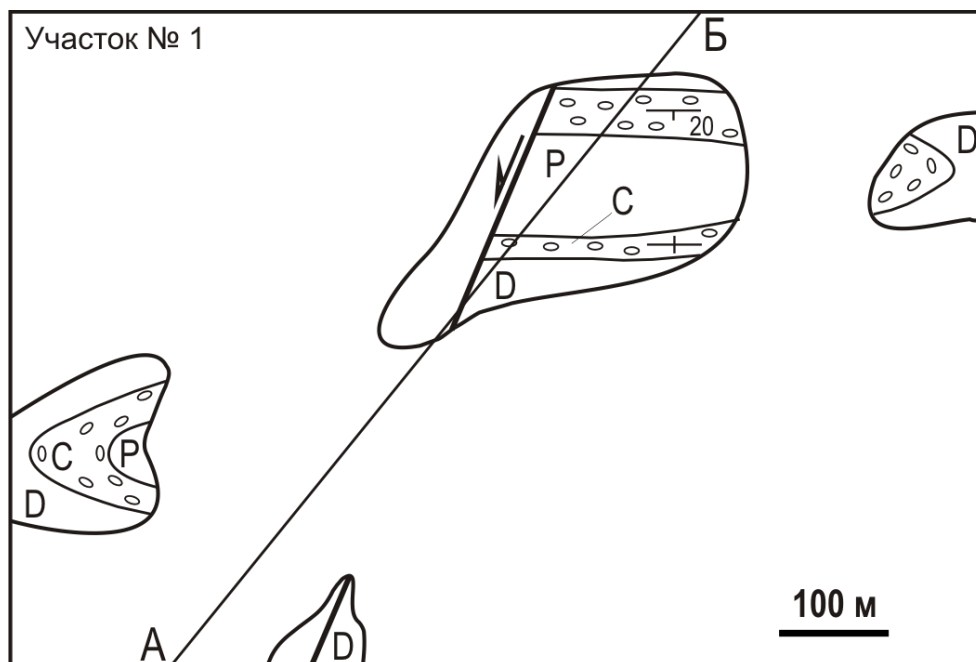
285. На старой схематической геологической карте нет индексов и крапов. В объяснительной записке описаны следующие комплексы: 1. Рифей, возможно, верхний, нерицкая свита, нижняя подсвита. Мраморы. 2. Рифей, возможно, верхний, нерицкая свита, верхняя подсвита. Филлиты, мраморы. 3. Нижний ордовик, тремадокский ярус. Аргиллиты. 4. Нижний ордовик, аренигский ярус – средний ордовик. Устьпешская свита. Мергели. 5. Верхний ордовик. Туфы андезитового состава. 6. Раннесилурийские габбродиориты первой фазы внедрения. 7. Раннесилурийские гранодиориты второй фазы внедрения. 8. Раннетриасовые дайки долеритов. 9. Нижний триас, учинская свита, нижняя подсвита. Базальты. 10. Нижний триас, учинская свита, верхняя подсвита. Туфогенные песчаники. 11. Меловая система, сеноманский ярус. Глины. 12. Голоцен. Аллювиальные пески.

Составьте индексы, расставьте их на карте в соответствии с геологической ситуацией. Расставьте крапы. Выделите несогласные границы на карте и определите морфологические типы несогласий.

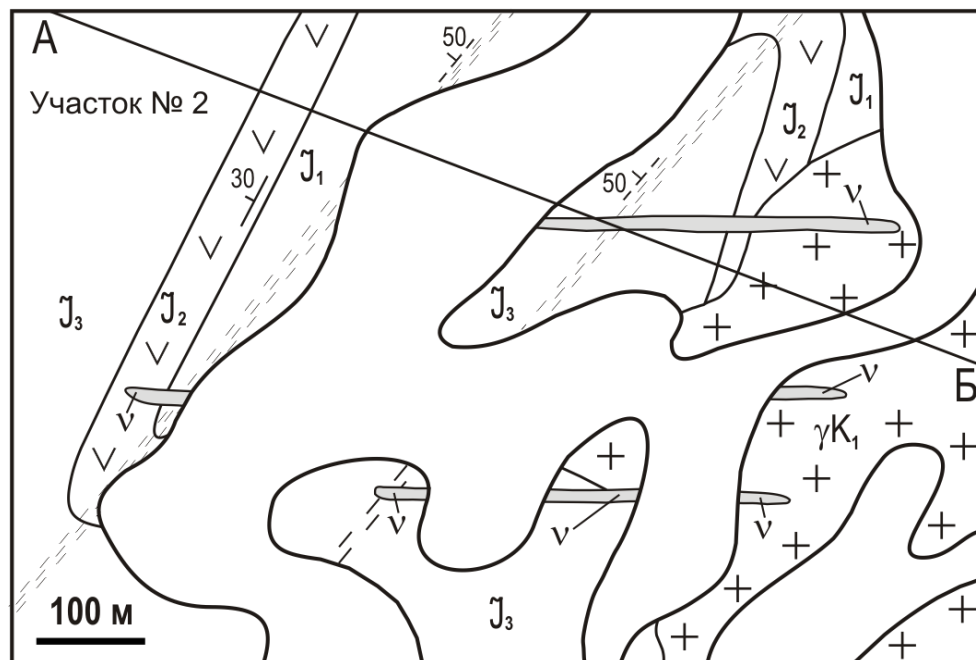


286. На старой схематической геологической карте нет индексов и крапов. В объяснительной записке описаны такие комплексы: 1. Нижний протерозой. Ламбинская свита. Мусковитовые сланцы, линзы кварцитов. 2. Нижний-средний рифей, турьинская свита. Кварцитовидные песчаники. 3. Верхний рифей. Приозерная свита. Базальтовые лавы, линзы плагиориолитов. 4. Ранневендские граносиениты, мелкозернистые в зоне эндоконтакта. 5. Предположительно девонская песковская свита. Песчаники. 6. Позднедевонско-раннекаменноугольные жерловые брекчии щелочных базальтоидов. 7. Объединенные отложения нижнего карбона, серпуховского яруса и среднего карбона, московского яруса. Доломитизированные известняки. 8. Каменноугольная система, верхний отдел. Известняки. 9. Нижний мел, альбский ярус. Глины. 10. Верхний мел, Сеноманский ярус. Мергели. 11. Верхний плейстоцен-голоцен. Аллювиальные пески.

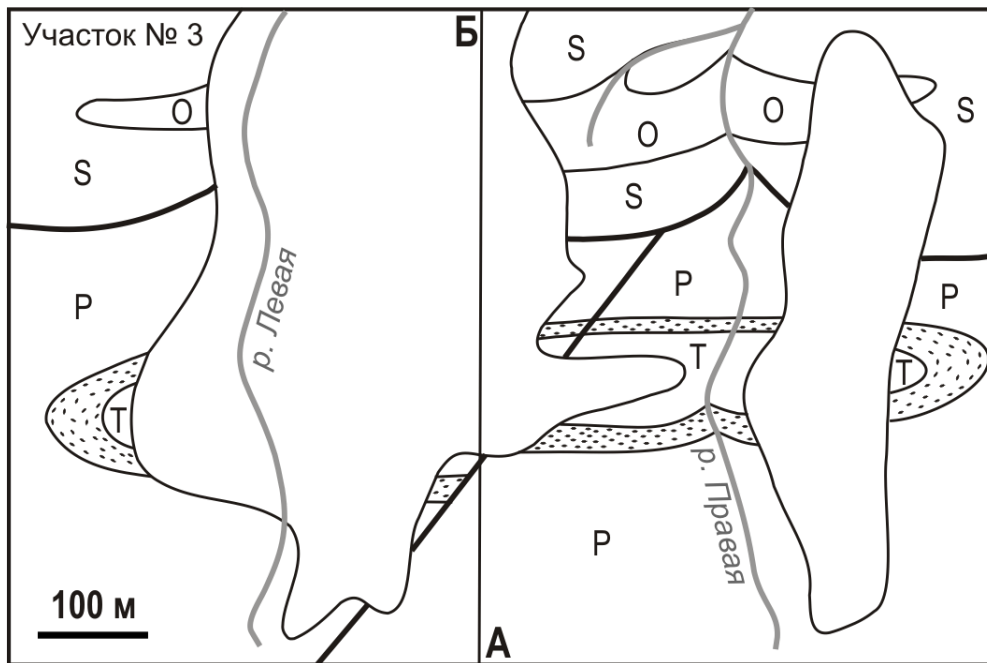
Составьте индексы, расставьте их на карте в соответствии с геологической ситуацией. Расставьте крапы. Выделите несогласные границы на карте и определите морфологические типы несогласий.



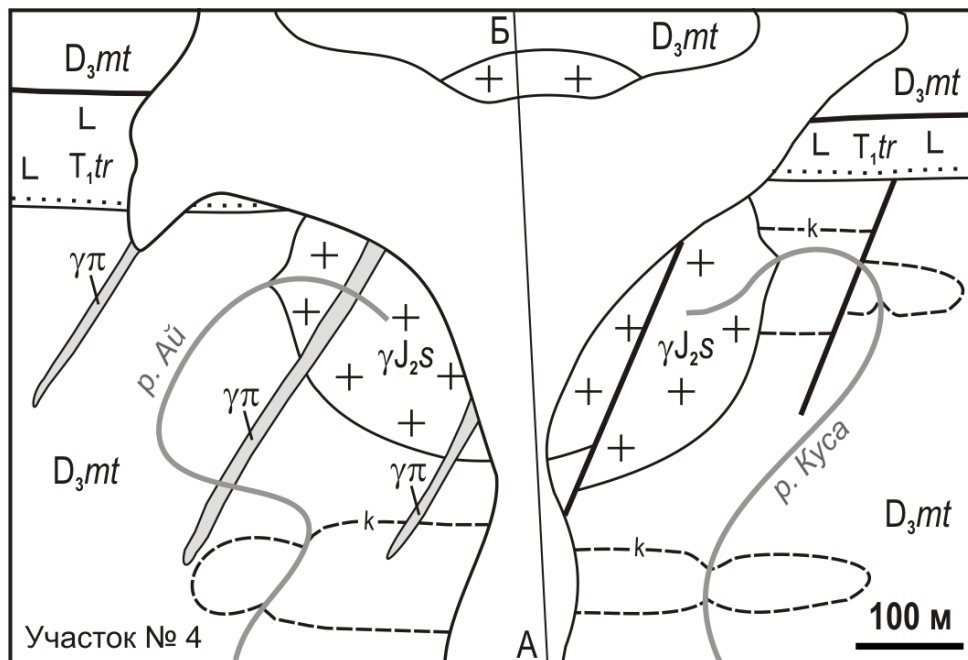
287. На участке №1 откартированы фрагменты складчатой структуры, перекрытой рыхлыми породами небольшой мощности. Дорисуйте геологическую карту, "сняв" рыхлые породы. Постройте схематический геологический разрез по линии А–Б.



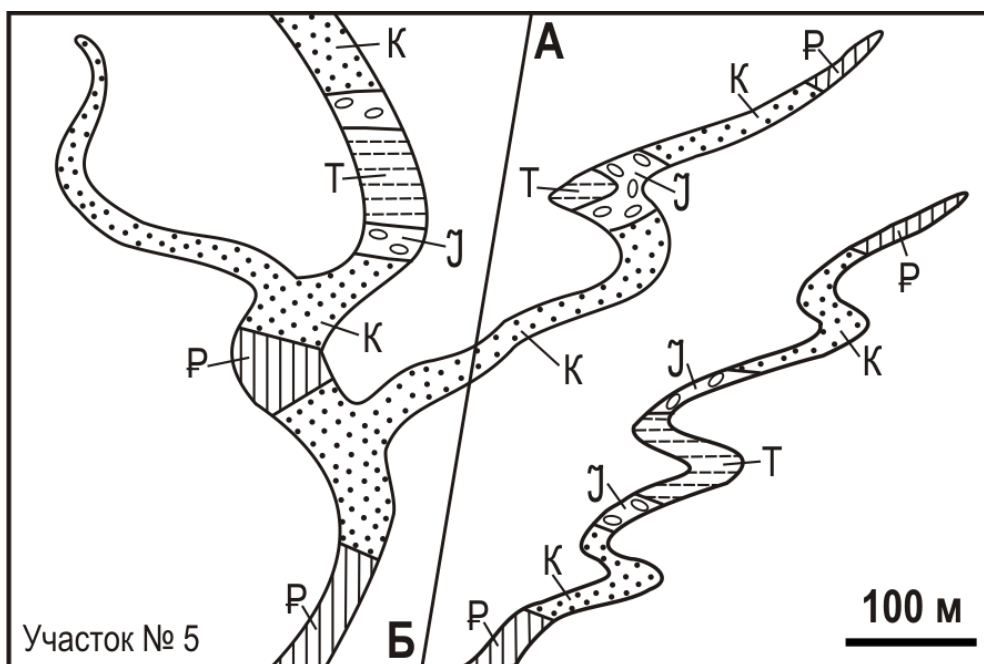
288. На участке №2 откартированы фрагменты складчатой структуры с зонами осевого кливажа, перекрытой рыхлыми породами небольшой мощности. Дорисуйте геологическую карту, "сняв" рыхлые породы. Постройте схематический геологический разрез по линии А–Б.



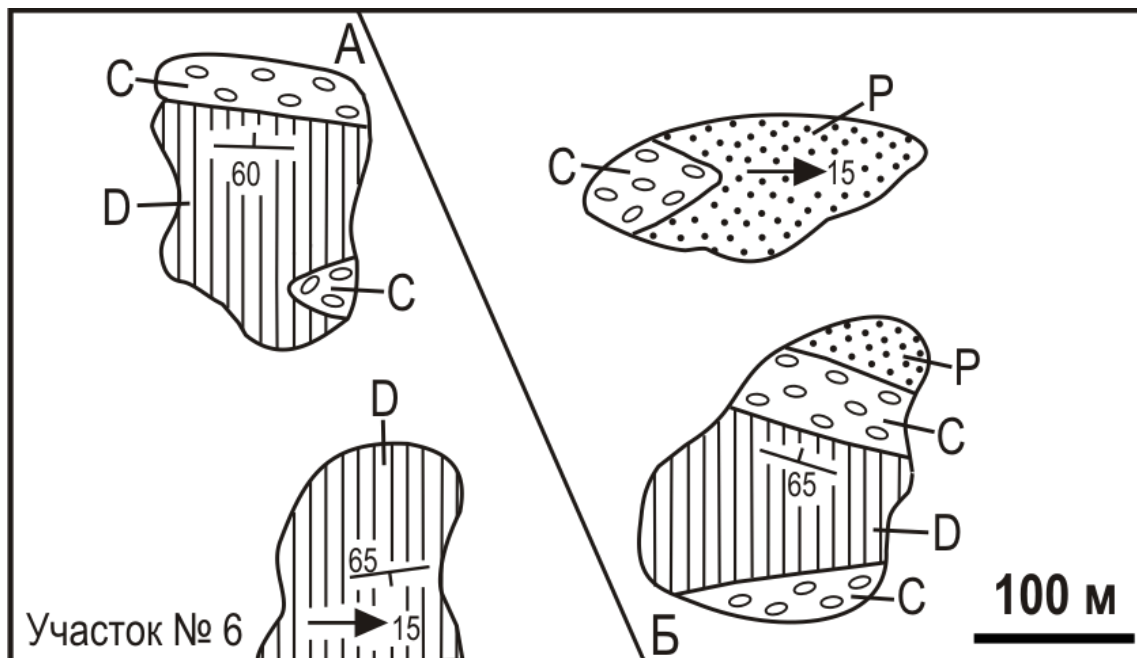
289. На участке №3 откартированы фрагменты складчато-надвиговой структуры, перекрытой рыхлыми породами. Дорисуйте геологическую карту, "сняв" рыхлые породы. Определите тип разрывов. Постройте схематический геологический разрез по линии А–Б.



290. На участке №4 откартированы фрагменты складчатой структуры, перекрытой рыхлыми породами небольшой мощности. Дорисуйте геологическую карту, "сняв" рыхлые породы. Постройте схематический геологический разрез по линии А–Б.

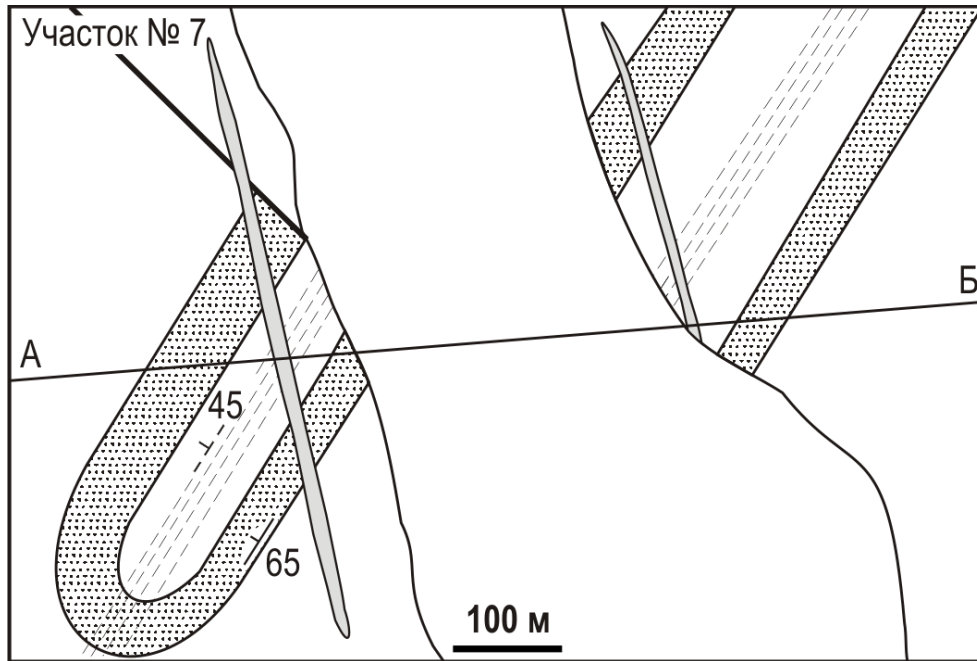


291. На участке №5 по долинам рек откартированы фрагменты складчатой структуры северной vergentности, перекрытой рыхлыми породами. Дорисуйте геологическую карту, "сняв" рыхлые породы. Постройте схематический геологический разрез по линии А–Б.

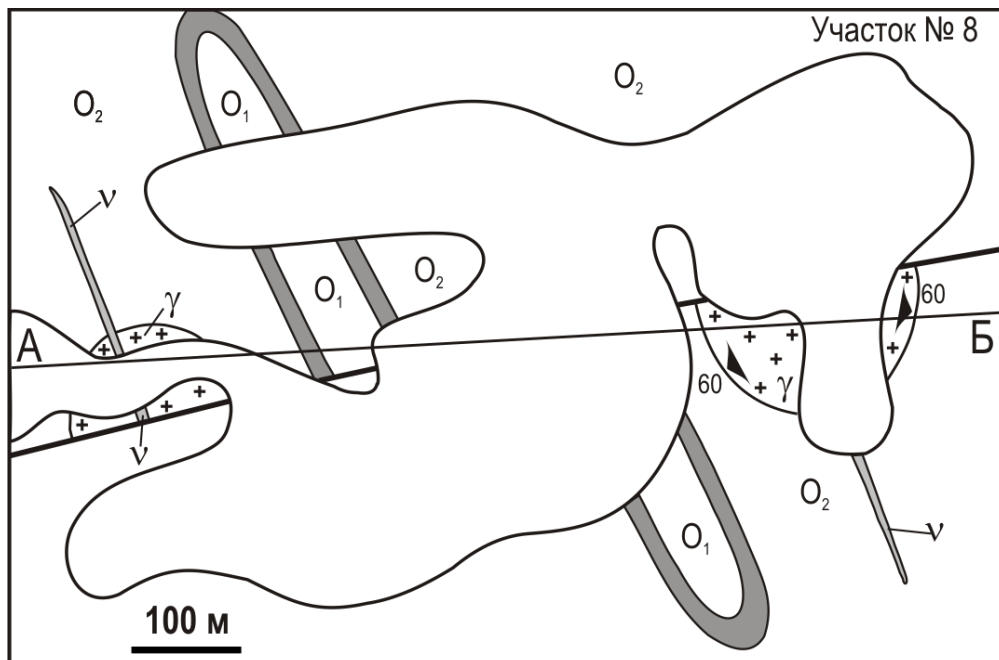


292. На участке №6 откартированы фрагменты складчатой структуры с прямыми складками, перекрытой рыхлыми породами. Дорисуйте геологическую карту, "сняв" рыхлые породы. Постройте схематический геологический разрез по линии А–Б.

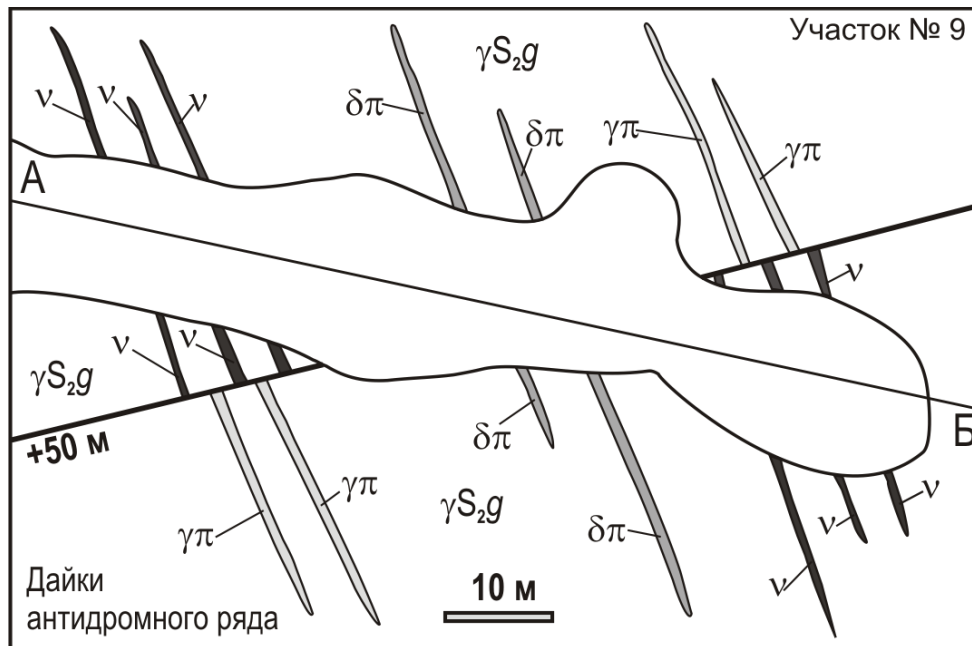




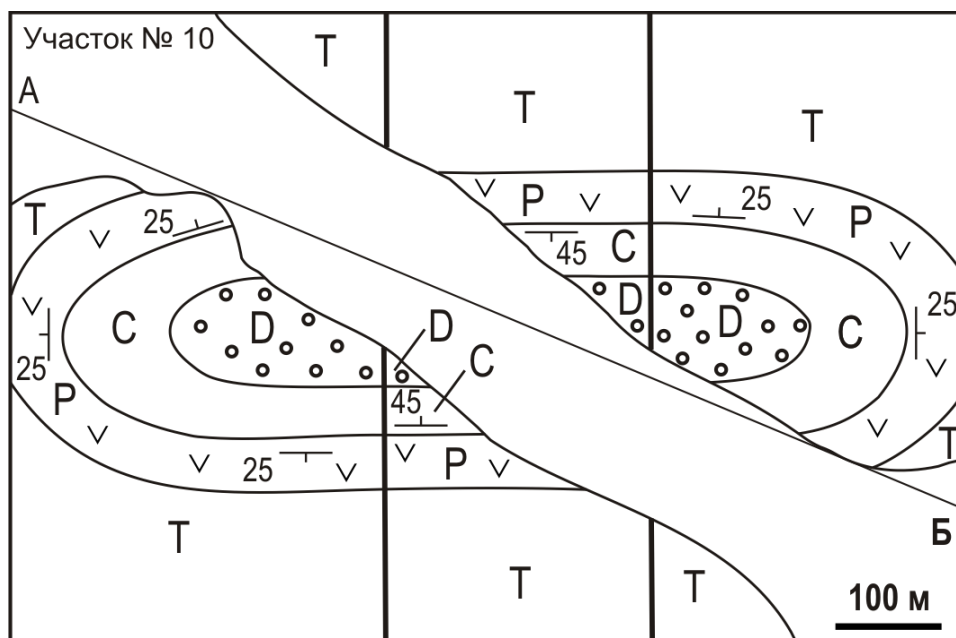
293. На участке №7 откартированы фрагменты складчатой структуры с зонами осевого кливажа, перекрытой рыхлыми породами. Дорисуйте геологическую карту, "сняв" рыхлые породы. Определите тип разрыва. Постройте схематический геологический разрез по линии А–Б.



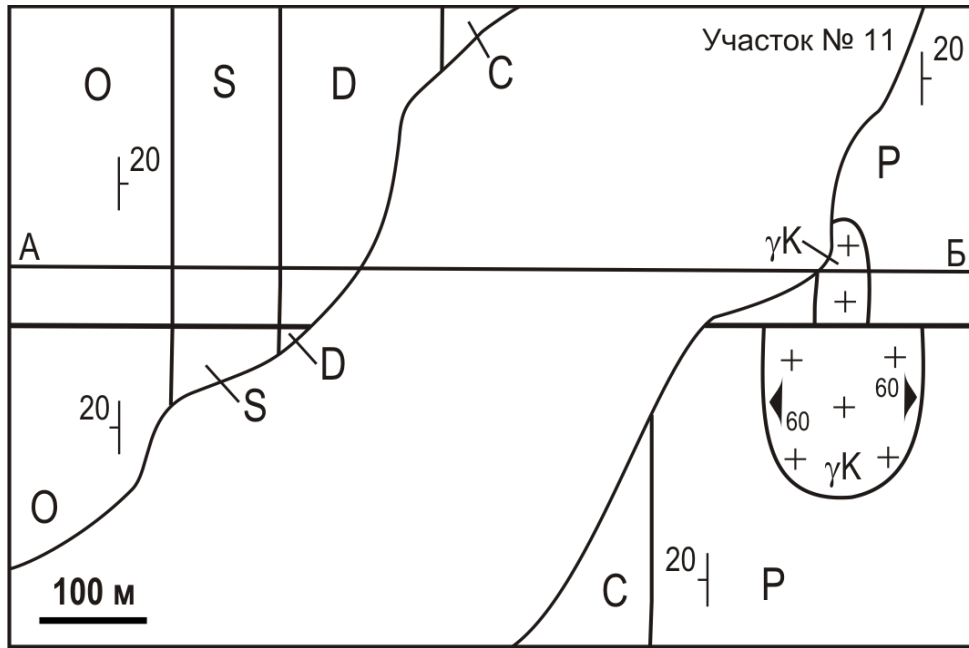
294. На участке №8 откартированы фрагменты складчатой структуры, перекрытой рыхлыми породами. Дорисуйте геологическую карту, "сняв" рыхлые породы. Определите тип разрыва. Постройте схематический геологический разрез по линии А–Б.



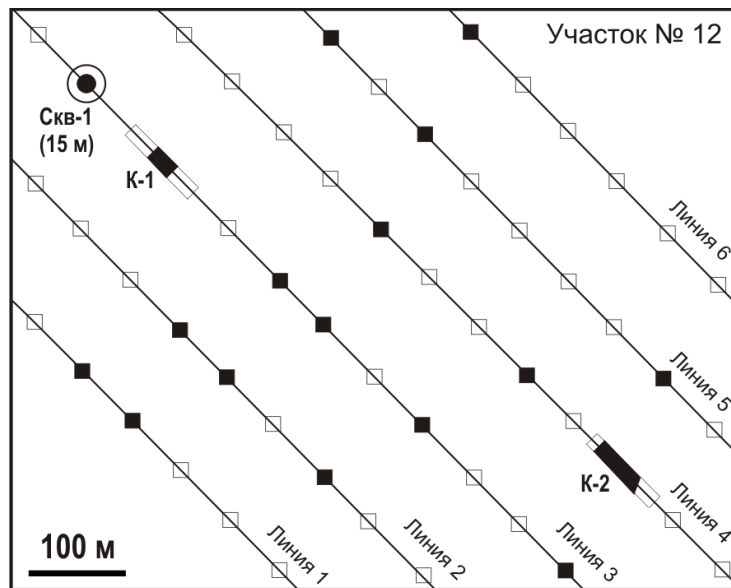
295. На участке №9 откартирован гранитный массив, прорванный семью разновозрастными дайками разного состава и перекрытый рыхлыми породами. Дайки смещены сбросом. Дорисуйте геологическую карту, "сняв" рыхлые породы. Постройте схематический геологический разрез по линии А–Б.



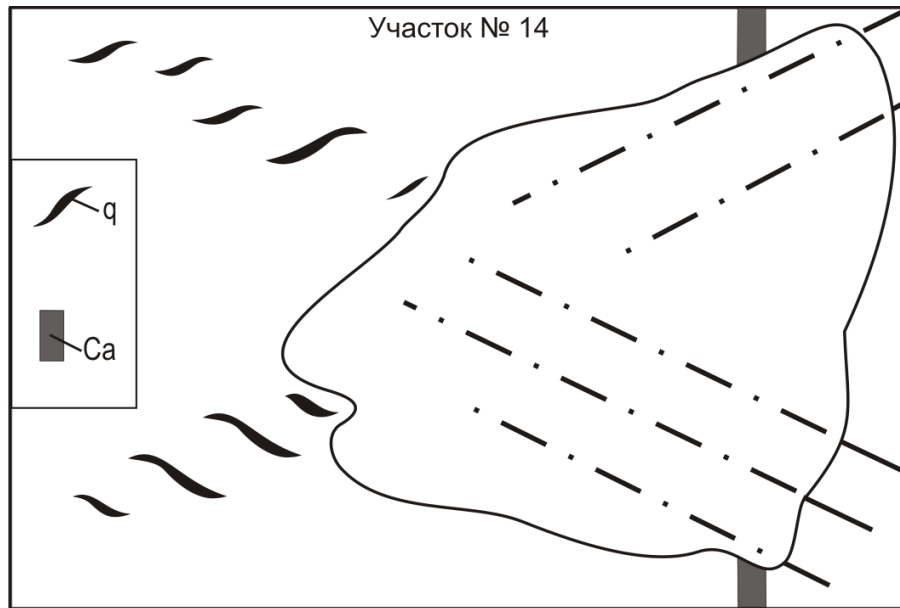
296. На участке №10 откартирована складка, нарушенная двумя разрывами перекрытая рыхлыми породами. Дорисуйте геологическую карту, "сняв" рыхлые породы. Определите тип разрыва. Постройте схематический геологический разрез по линии А–Б.



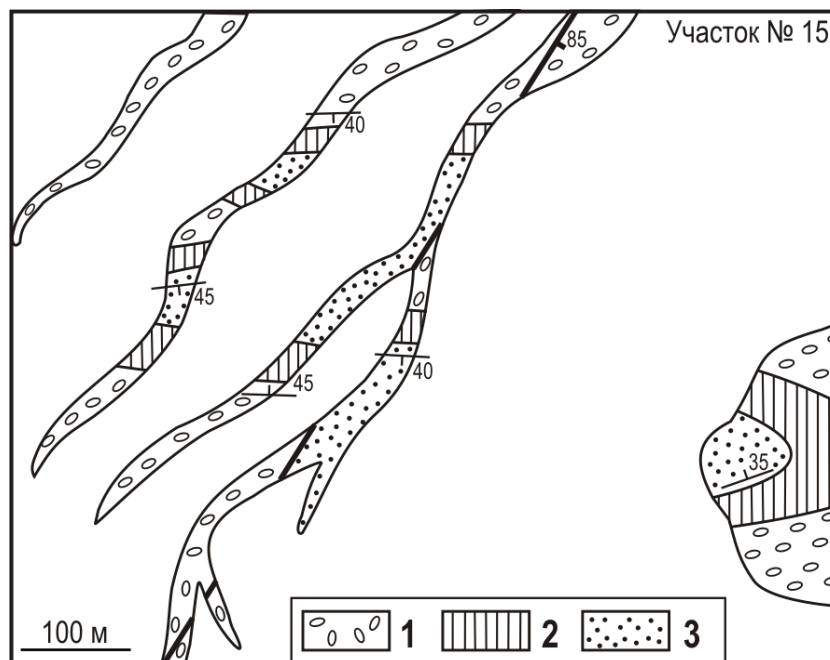
297. На участке №11 откартирован фрагмент складчатой структуры, перекрытой рыхлыми породами. Дорисуйте геологическую карту, "сняв" рыхлые породы. Определите тип разрыва. Постройте схематический геологический разрез по линии А–Б.



298. На участке №12 под рыхлыми отложениями шурфами (квадраты), канавами (прямоугольники) и скважиной 1 (в скобках – глубина залегания кровли пласта) вскрыт пласт угля среди песчаников. Нарисуйте геологическую карту, "сняв" рыхлые породы. Определите место заложения скважины на линии 4 для проверки своей гипотезы. Постройте геологический разрез по линии 3.

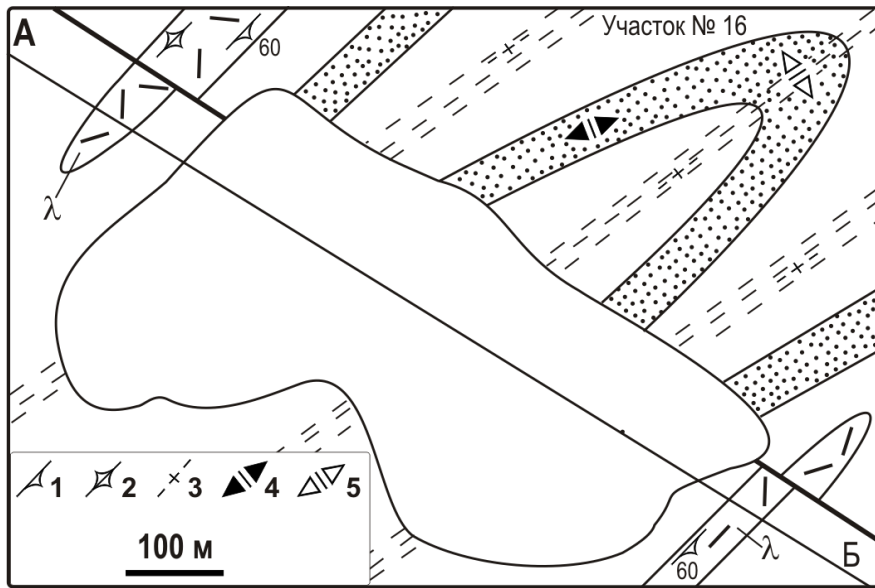


299. На участке №14 откартированы кварцевые (q) и кальцитовые (Ca) жилы. Под рыхлыми отложениями прослежены разрывы. Дорисуйте геологическую карту, "сняв" рыхлые породы. Определите тип разрывов.

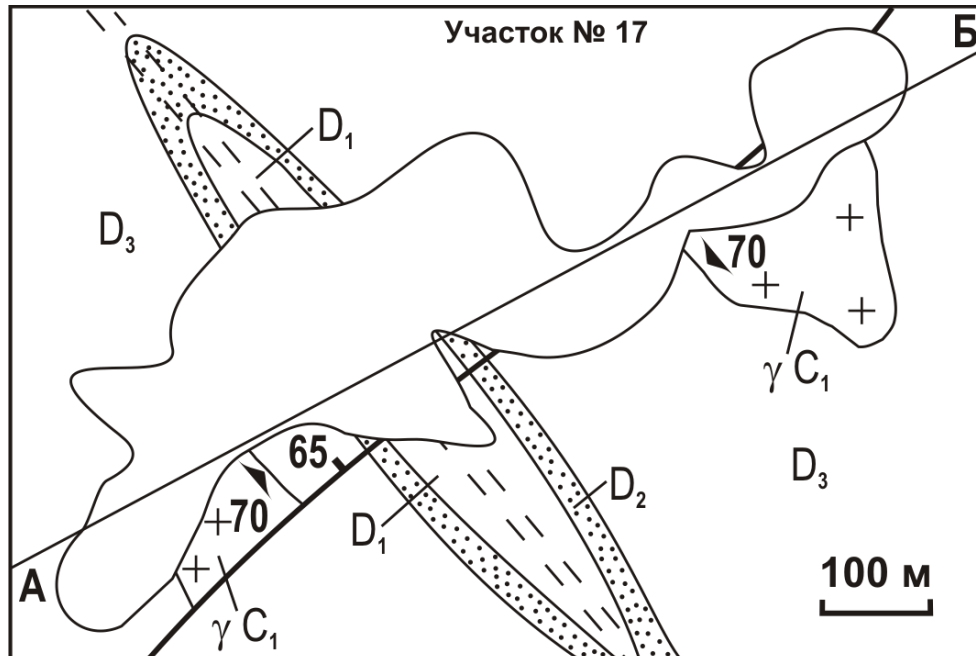


300. На участке №15 по долинам рек откартированы фрагменты складчатой структуры, перекрытой рыхлыми породами. Дорисуйте геологическую карту, "сняв" рыхлые породы. Определите тип разрыва. Постройте схематический геологический разрез по линии А–Б.

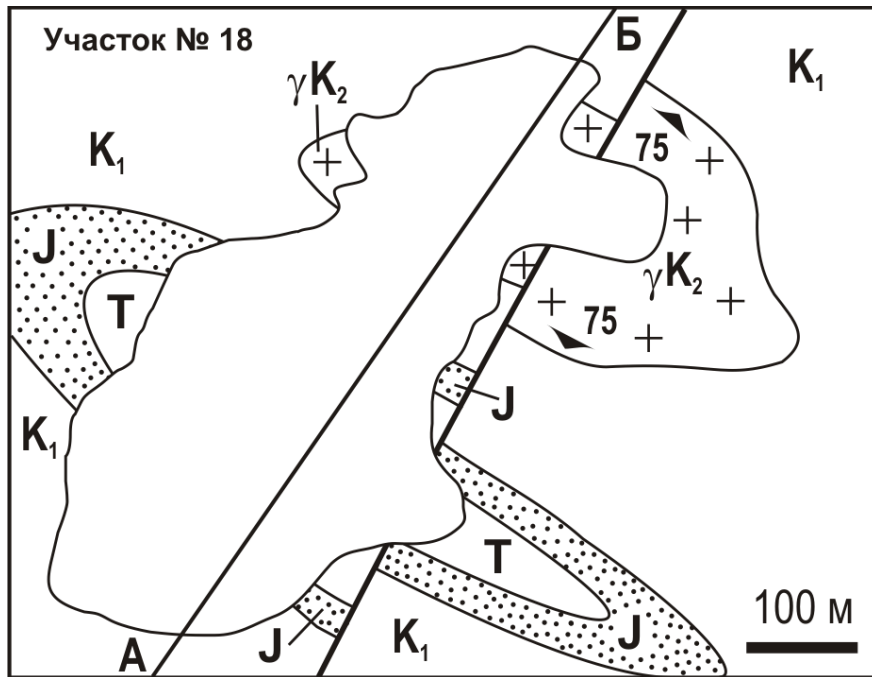
1 – конгломераты байосского яруса, 2 – песчаники батского яруса,  
3 – аргиллиты келловейского яруса.



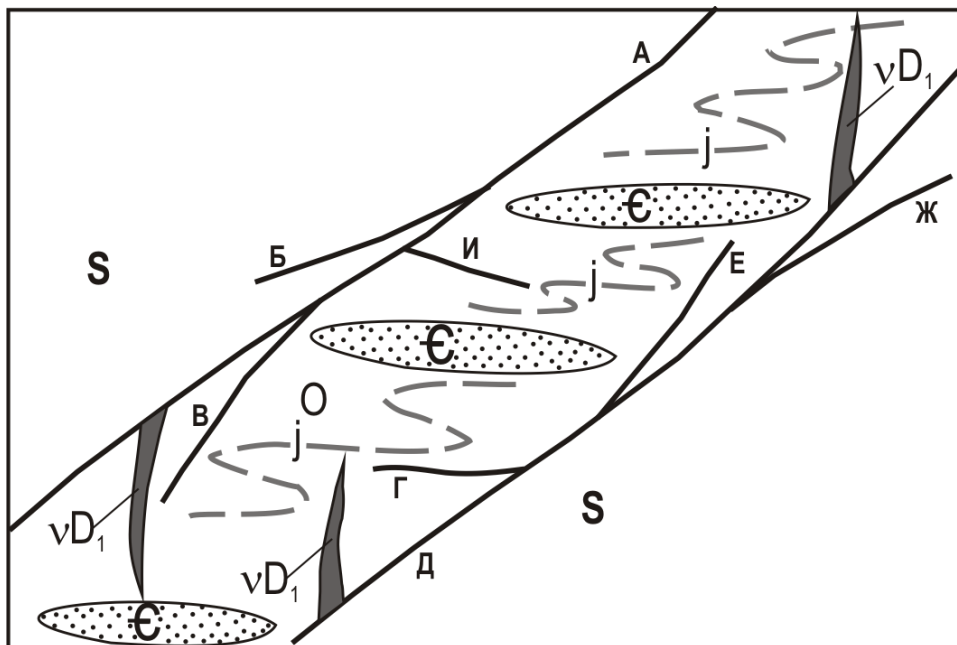
301. На участке №16 откартированы фрагменты складчатой структуры, перекрытой рыхлыми породами. Дорисуйте геологическую карту, "сняв" рыхлые породы. Определите тип разрыва. Постройте геологический разрез по линии А–Б. 1 – наклонное залегание структур течения; 2-5 – вертикальное залегание: 2 – структур течения, 3 – кливажа, 4 – осей будин, 5 – шарниров.



302. На участке №17 откартированы фрагменты складчатой структуры, перекрытой рыхлыми породами. Дорисуйте геологическую карту, "сняв" рыхлые породы. Определите тип разрыва. Постройте геологический разрез по линии А–Б.



303. На участке №18 откартирован фрагмент складчатой структуры, перекрытой рыхлыми породами. Дорисуйте геологическую карту, "сняв" рыхлые породы. Определите тип разрыва. Постройте геологический разрез по линии А–Б.



304. На схематической геологической карте показан фрагмент сдвиговой зоны смятия. Определите типы разрывов, помеченных буквами, покажите стрелками направление смещения по ним. Как ориентированы растяжение и сжатие?

## ЧАСТЬ 2. МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

### Раздел 1. Номенклатуры топографических карт

Базовой для всех номенклатур топографических листов является номенклатура листа масштаба 1:1 000 000 (рис. 2.1). Сеть параллелей и меридиан Земного Шара делится на пояса (по  $4^\circ$  между параллелями) и зоны (по  $6^\circ$  между меридианами). 1 лист м-ба 1:1 000 000 имеет размер 1 пояс  $\times$  1 зона. Его индекс состоит из индекса пояса (ПРОПИСНЫЕ латинские буквы в последовательности от экватора к полюсу) и номера зоны (арабские цифры в последовательности от  $180^\circ$  в.д. на восток).

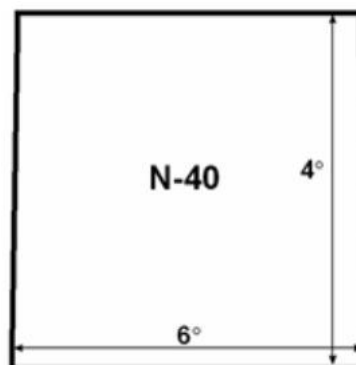


Рис. 2.1. Пример номенклатуры планшета масштаба 1:1 000 000

Для карт масштаба 1:500 000 территория миллионного листа делится на 2 части по широте и 2 части по долготе (рис. 2.2). Номенклатура карт масштаба 1:500 000 состоит из номенклатуры базовой трапеции и прописной буквы кириллицы (А, Б, В, Г). Размер листа  $3^\circ$  по широте и  $2^\circ$  по долготе.

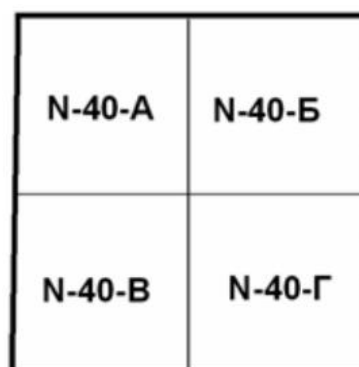


Рис. 2.2. Пример номенклатур планшетов масштаба 1:500 000

Для карт масштаба 1:200 000 территория миллионного листа делится на 6 частей по широте и 6 частей по долготе (рис. 2.3). Номенклатура листов масштаба 1:200 000 состоит из номенклатуры базовой трапеции и римской цифры (например, N-37-IX). Размер листа  $1^\circ$  по широте и  $40'$  по долготе.

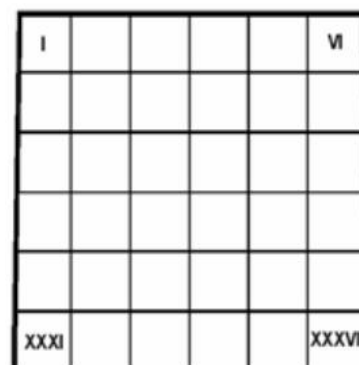


Рис. 2.3. Пример номенклатур планшетов масштаба 1:200 000

Для карт масштаба 1:100 000 территория миллионного листа делится на 12 частей по широте и 12 частей по долготе (рис. 2.4). Номенклатура карт масштаба 1:100 000 состоит из номенклатуры базовой трапеции и числа, записанного арабскими цифрами (от 1 до 144). Например, N-40-144. Размер листа 30' по широте и 20' по долготе.

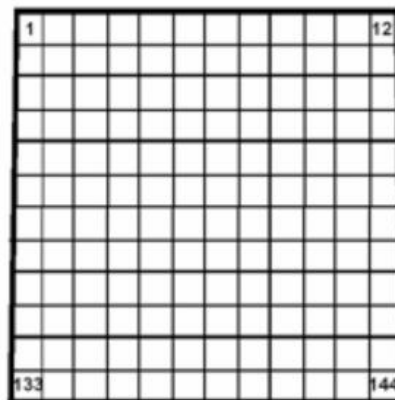


Рис. 2.4. Пример номенклатур планшетов масштаба 1:100 000

Для всех номенклатур листов более крупного масштаба (рис. 2.5) базовой является уже номенклатура листа масштаба 1:100 000. Номенклатура всех карт более крупного масштаба получается *последовательным* прибавлением к базовой номенклатуре сначала прописной буквы кириллицы (масштаб 1:50 000), потом строчной буквы кириллицы (масштаб 1:25 000), а затем снова арабской цифры (масштаб 1:10 000).

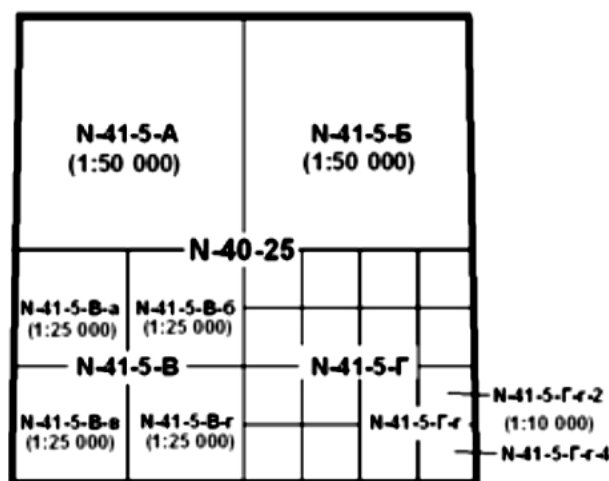


Рис. 2.5. Пример номенклатур планшетов масштабов 1:50 000, 1:25 000, 1:10 000

Размеры листов в градусах легко вычисляются делением размера каждого предыдущего (более мелкого масштаба) пополам.

Таким образом, определение масштаба планшета сводится только к определению *стиля написания* номенклатуры, в которой первые два места всегда занимает номенклатура миллионного планшета. Например, в номенклатуре **N-40-5-B-г** литеры **N-40-** говорят о сороковой зоне миллионных планшетов и 14-м (N) поясе, арабская цифра **-5-** указывает на пятый в первом ряду лист стотысячного масштаба, а присутствие литеров **-B-г** после номенклатуры стотысячного планшета **N-40-5-** однозначно свидетельствует о масштабе карты – **1:25 000**.

Для решения задач на определение относительного расположения листов может потребоваться рисование небольшой схемы. Прежде всего,



надо установить масштаб планшета, а затем представить его положение в общей схеме расположения листов (см. рисунки выше). Важно помнить, что номера планшетов масштаба 1:200 000 только по широте следуют подряд, а долготе отличаются друг от друга на 6, т.е. восточнее планшета L-51-III будет располагаться планшет L-51-IV, а южнее – L-51-IX.

Чтобы не запутаться – всегда рисуйте простейшие схемы. Например, восточнее планшета М-36-XXXVI (это планшет масштаба 1:200 000 в юго-восточном углу листа М-36!) располагается миллионный лист следующей зоны ("37") и его юго-западный планшет М-37-XXXI (рис. 2.6). Южнее планшета М-36-XXXVI располагается уже миллионный лист пояса ("L") и его северо-восточный планшет L-36-VI. Юго-восточнее планшета М-36-XXXVI располагается лист L-37-I.

Наиболее сложными являются задачи по вычислению координат отдельных топопланшетов и определение номенклатур по приведенным координатам. Вместе с тем, и они решаются достаточно просто. При этом одного только пространственного воображения может оказать мало, поэтому рисование схем представляется обязательным элементом решения таких задач. Рассмотрим пример: *требуется определить координаты углов листа О-37-XXIII.*

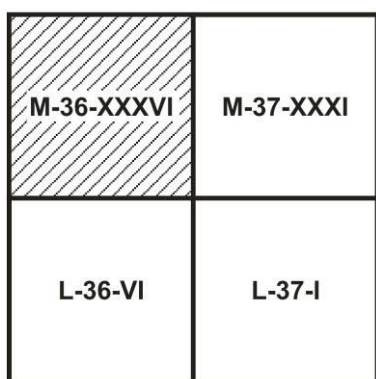


Рис. 2.6. Расположение листов масштаба 1:200 000 около листа М-36-XXXVI

**Шаг 1.** Определяем масштаб листа. Ответ – **1:200 000**, поскольку после номенклатуры миллионного планшета следуют римские цифры.

**Шаг 2.** Определяем координаты зоны и пояса (рис. 2.7). Размер зоны  $6^\circ$ , в 37 зонах –  $222^\circ$ , из них  $180^\circ$  приходится за западное полушарие (от  $180$  до  $0$  меридиана), а  $42^\circ$  – на восточное. Т.о., восточная рамка листа О-37 проходит по  $42^\circ$  в.д., а западная – по  $36^\circ$  в.д. ( $42^\circ - 6^\circ = 36^\circ$ ). Размер пояса  $4^\circ$ , "О" – 15-ая буква латинского алфавита, следовательно, северная рамка листа проходит по  $60^\circ$  с.ш., а южная – по  $56^\circ$  с.ш. ( $60^\circ - 4^\circ = 56^\circ$ ).

**Шаг 3.** Определяем положение листа О-37-XXIII в схеме планшета О-37 и его координаты. Т.к. на территории миллионного листа 36 планшетов масштаба 1:200 000, легко выяснить, что искомый двадцать третий планшет расположен в 4-м ряду и 5-м столбце. Зная размер двухсоттысячного планшета ( $1^\circ \times 40'$ ) легко посчитаем координаты планшета:  $40^\circ 00'$  и  $41^\circ 00'$  в.д.;  $57^\circ 20'$  и  $58^\circ 00'$  с.ш.

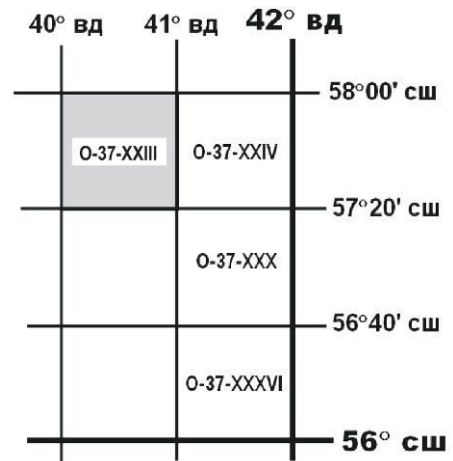


Рис. 2.7. Положение листа XXIII на схеме топопланшета О-37

В той же логике решаются и обратные задачи – вычисление номенклатур листов по их координатам. Допустим, надо *определить номенклатуру планшета с координатами  $52^\circ 40'$  и  $53^\circ 20'$  с.ш.;  $61^\circ 00'$  и  $62^\circ 00'$  в.д.*

**Шаг 1.** По размеру листа в градусах определяем его масштаб. Ответ – **1:200 000**, поскольку размер по широте составляет  $1^\circ$ , а по долготе –  $40'$ .

**Шаг 2.** Определяем номер зоны и индекс пояса. Поскольку ширина зоны составляет  $6^\circ$ , меридианы, ограничивающие зоны, кратны 6. Ближайшая с востока долгота, кратная 6 –  $66^\circ$  в.д., т.е. от 0 меридиана наша зона 11. Поскольку отсчет зон идет со  $180^\circ$ , к 11 надо прибавить все зоны западного полушария ( $180^\circ/6^\circ = 30$ ), т.е. искомый лист находится в 41 зоне (рис. 2.8). Высота пояса составляет  $4^\circ$ , поэтому все параллели, являющиеся границами зон, кратны 4. Ближайшая на север параллель, кратная 4 –  $56^\circ$  с.ш., т.е. искомый лист находится в 14 поясе, т.е. в поясе "N". Координаты листа N-41 –  $60^\circ$  и  $61^\circ$  в.д.;  $52^\circ$  и  $56^\circ$  с.ш.

**Шаг 3.** Определяем положение искомого листа в схеме планшета N-41 и определяем его номенклатуру. Координаты искомого листа показывают, что он расположен во 2-м столбце и в 5-м ряду схемы разграфки планшета N-41, то есть, его номенклатура **N-41-XXVI**.

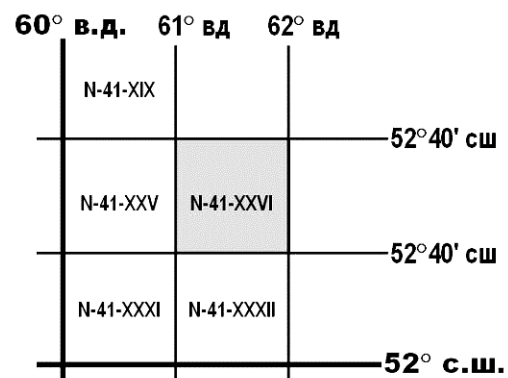


Рис. 2.8. Положение листа XXVI на схеме N-41

## Раздел 2. Горизонтальное и моноклиналиное залегание пласта

2.1. Серия задач на определение ширины выхода пласта и его истинной мощности в разных соотношениях с рельефом решается стандартными методами с рисованием простейших схем (рис. 2.9). При решении таких задач можно либо пользоваться калькулятором, либо рисовать разрезы вкрест простирания в масштабе и просто измерять нужные параметры линейкой или транспортиром.

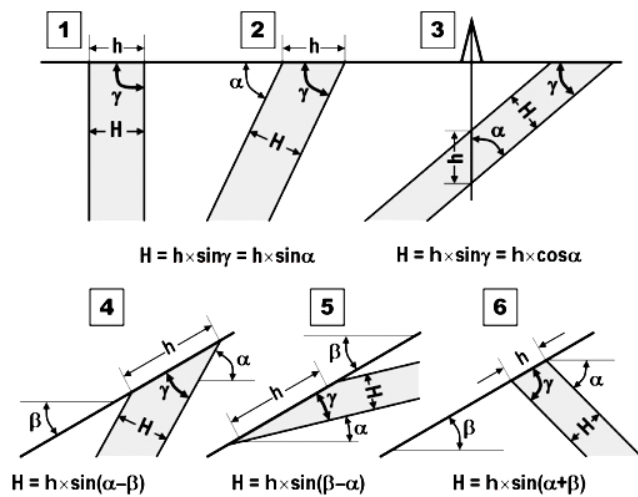


Рис. 2.9. Определение истинной мощности пласта

2.2. Решение задач по определению наклона слоя в косых сечениях. Необходимость решения этих задач возникает в связи с тем, что угол наклона слоя или любой другой геологической поверхности зависит от ориентировки разреза относительно направления падения и простирания слоя. Наклон слоя равен углу падения, если разрез параллелен направлению его падения. При иных ориентировках сечения угол наклона уменьшается, тем сильнее, чем острее угол между разрезом и линией простирания слоя.

**Прямая задача.** Зная элементы залегания слоя, можно определить угол его наклона в сечении, ориентированном под известным углом к линии простирания. Геометрическое изображение задачи в виде блок-диаграммы дано на рис. 2.10-А.

В нем отмечается трехгранная пирамида  $OABC$ , в основании которой – прямоугольный треугольник, катетами которого являются отрезки на линиях простирания ( $BC$ ) и падения слоя ( $AB$ ), а гипотенузой – отрезок  $AC$  на луче косога сечения. Из условия известен угол  $ACB$  ( $\gamma$ ). Боковые грани пирамиды образованы прямоугольными треугольниками  $AOB$  и  $AOC$ , с общим вертикальным катетом  $OA$ . Горизонтальный катет первого ( $AB$ ) лежит на линии падения слоя, а угол в вершине  $B$  равен углу падения слоя  $\alpha$ ; горизонтальный катет треугольника  $AOC$  лежит на линии косога сечения, а угол в вершине  $C$  – искомый угол  $\alpha'$ .

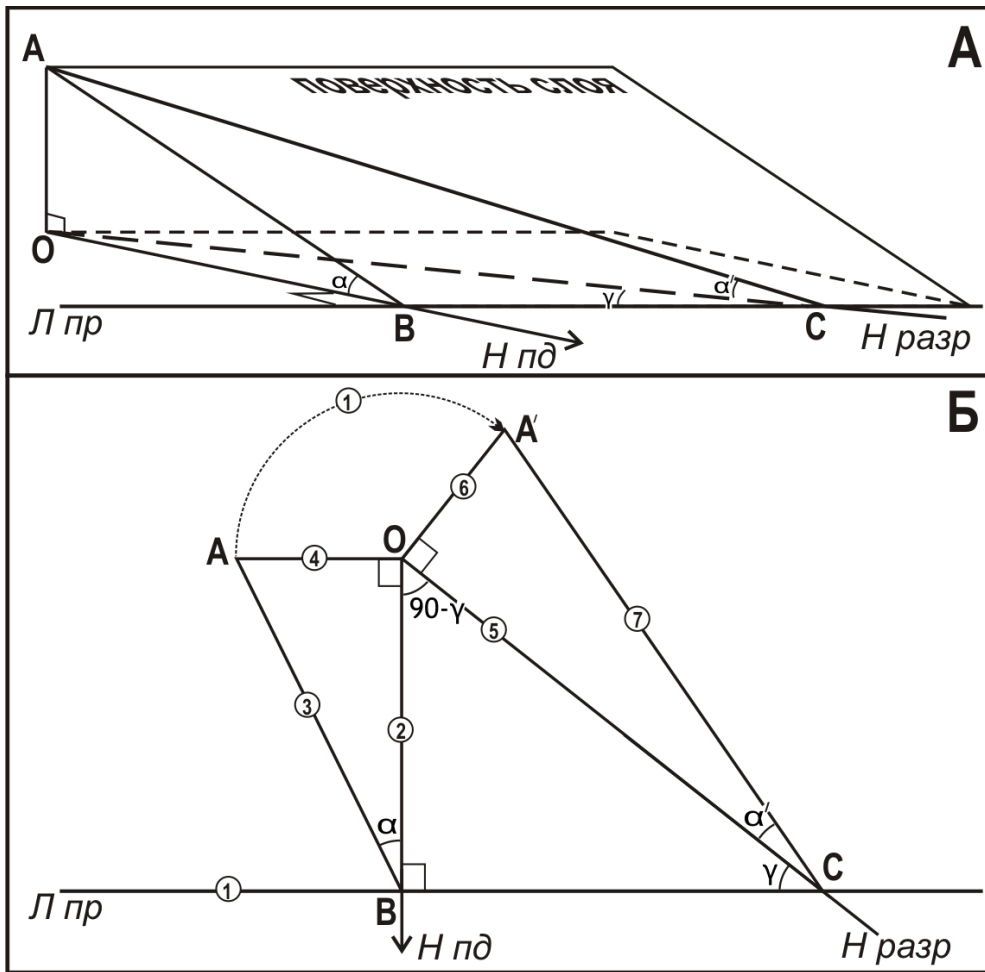


Рис. 2.10. Графическое определение наклона слоя в косом сечении.  
Цифры в кружках – порядок построения развертки

Для решения задачи требуется изобразить развертку этой трехгранной пирамиды на плоскость ее основания (Рис. 2.10-Б). Для начала изображаются линии простирания и направление падения слоя, пересекающиеся в точке В; на направлении падения произвольно выбирается точка О. Далее изображается горизонтально развернутая грань пирамиды ОАВ. От луча ВО откладывается угол  $\alpha$  и проводится луч ВА; из точки О рисуется перпендикуляр к направлению падения, до пересечения с лучом ВА (в точке А). Основание пирамиды ОВС завершается построением отрезка ОС, имеющего угол, величиной  $90-\gamma$ , с отрезком ОВ. Перпендикуляр к отрезку ОС из вершины О, равный по длине отрезку ОА, образует второй катет треугольника ОА'С – второй боковой грани пирамиды. Гипотенуза треугольника – А'С – сечение слоя в косом сечении – с катетом ОС образует искомый угол  $\alpha'$ .

Обратная задача известна под названием "Задача шурфа". По данным об ориентировке двух направлений и наклоне слоя в этих направлениях требуется определить его истинные азимут и угол падения. Исходными данными для задачи могут быть замеры в стенках шурфа – вертикальной горной выработки, почему задача и получила свое название (Рис. 2.11).

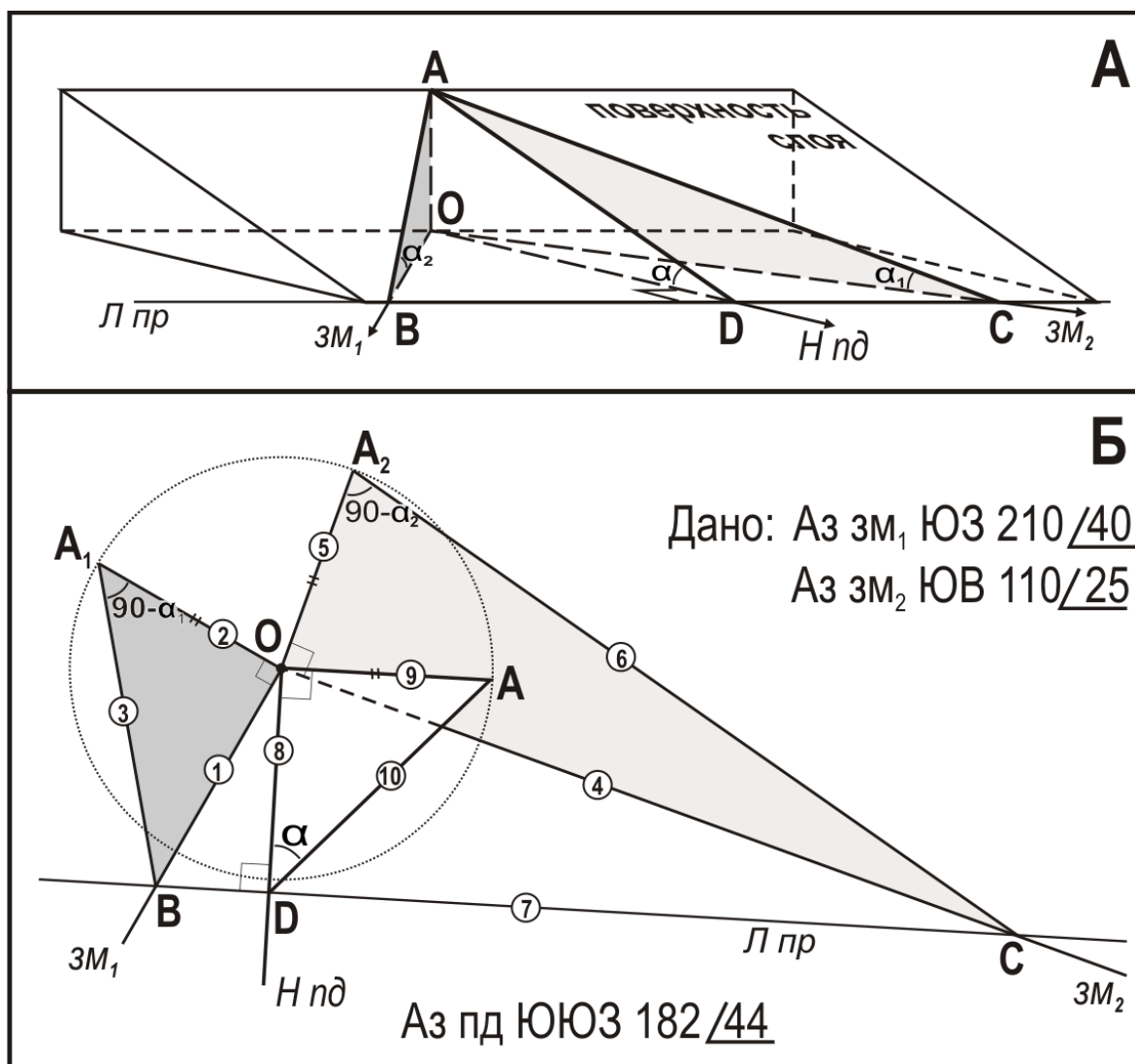


Рис. 2.11. Графическое определение истинного наклона слоя по двум замерам в косых сечениях. Цифры в кружках – порядок построения развертки

На изображении задачи в виде блок-диаграммы (Рис. 2.11-А) боковые грани пирамиды АОВС образованы прямоугольными треугольниками АОВ и АОС, с горизонтальными катетами, лежащими на лучах направлений замеров и общим вертикальным катетом ОА; углы в вершинах В и С этих треугольников равны углам наклона слоя в этих направлениях:  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  соответственно. Точка D лежит на пересечении линии падения и линии

простираения слоя; в этой вершине треугольника AOD угол падения слоя – истинный ( $\alpha$ ). При выполнении горизонтальной развертки этой пирамиды (Рис. 2.11-Б) следует учесть, что задача – векторная.

В качестве вспомогательного построения можно изобразить окружность, центр которой будет соответствовать точке O, а радиус – произвольно выбранной длине отрезка OA. При построении первой боковой грани пирамиды из точки O проводится луч направления первого замера; затем из точки O восстанавливается перпендикуляр к нему, до пересечения с окружностью (точка A'). От линии перпендикуляра из точки A' откладывается угол  $90 - \alpha_1$ , и проводится линия до пересечения с направлением замера. Так получится точка B; угол в этой вершине треугольника будет равен  $\alpha_1$ . Аналогично отстраивается на раскладке вторая вертикальная грань пирамиды, OA''C.

Точки B и C лежат на линии простираения слоя; проведя ее и опустив на нее перпендикуляр (направление падения) из точки O, мы получим положение точки D. Построив прямоугольный треугольник AOD, с прямым углом в вершине O, в вершине D мы и получим истинный угол падения слоя  $\alpha$ .

**Стратоизогипсы.** Большая часть предложенных выше задач решается методом построения стратоизогипс. В основе построения – использование метода стратоизогипс, при допущении, что геологические границы плоские. В этом случае, стратоизогипсы поверхности слоя будут прямолинейными и будут проходить параллельно друг другу, с равными расстояниями (горизонтальным заложением) между ними (рис. 2.12).

При данных элементах залегания поверхности слоя (например, подошва слоя, Az пд ЮЗ 210  $\angle 20$ , рис. 2.12-А) отстраивается система стратоизогипс с опорной точкой в месте выхода границы на карте. Шаг стратоизогипс целесообразно выбрать такой же, как и шаг горизонталей рельефа или кратный ему, а горизонтальное заложение стратоизогипс определяется дополнительным построением (в том же масштабе, что и карта!), изображающим сечение наклонной поверхности вдоль линии падения-восстания (рис. 2.12-Б).

В итоге на карте получается изображение двух поверхностей, в виде систем изолиний (рис. 2.12-В): поверхности рельефа – в виде системы горизонталей и геологической поверхности – в виде системы стратоизогипс.

Геологическая граница на карте пройдет через все получившиеся точки пересечения изолиний с одинаковыми номерами обеих систем, т.е. там, где высотные отметки обеих поверхностей будут совпадать (рис. 2.12-В). При проведении границы следует обращать внимание на то, что она должна приспособливаться к изгибам горизонталей рельефа, отражающих неровности земной поверхности.

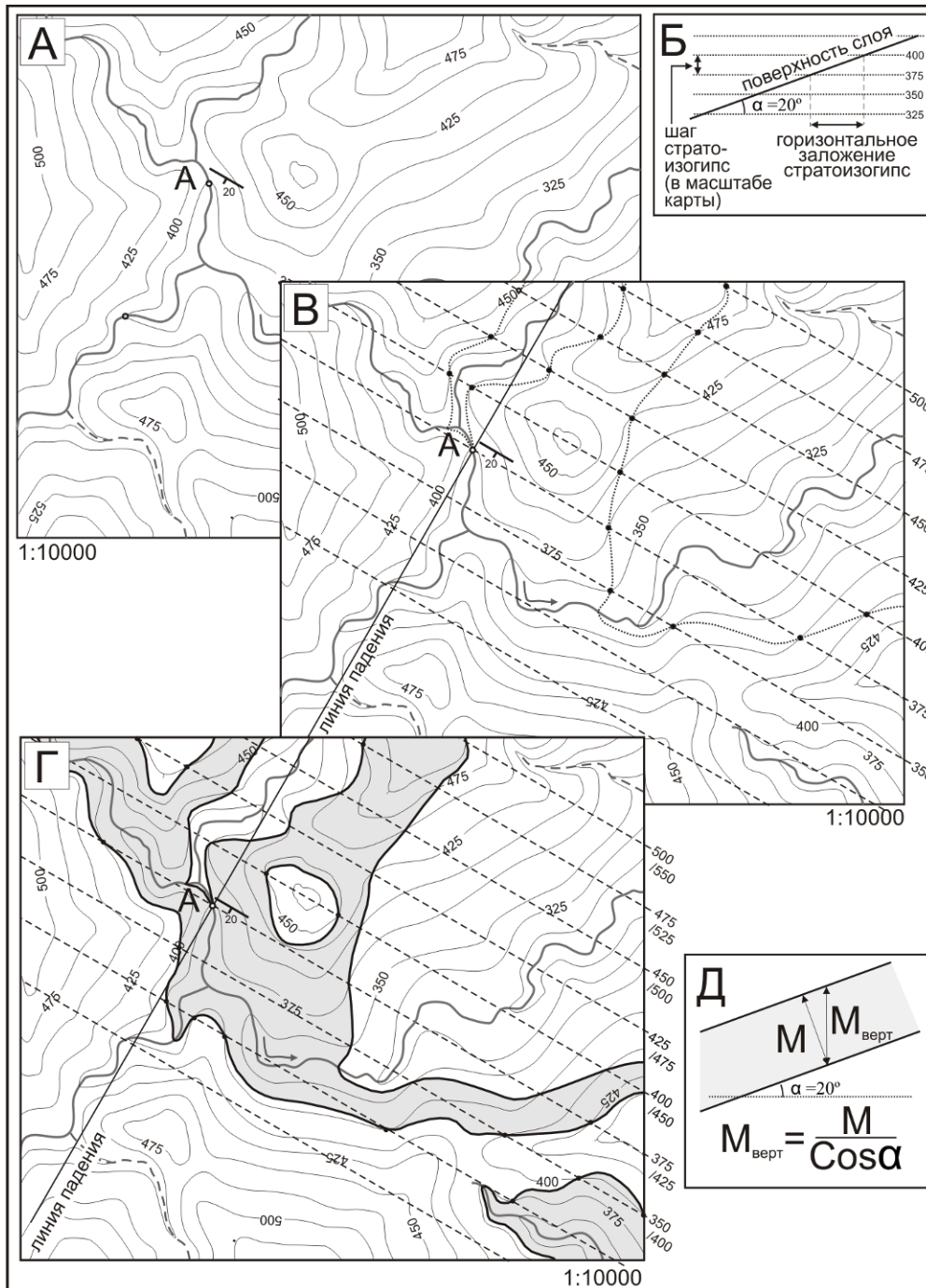


Рис. 2.12. Построение выхода пласта на поверхность методом стратоизогипс

Если нужно отстроить вторую поверхность слоя, исходя из его известной мощности, номера стратоизогипс изменяют на величину вертикальной мощности, т.е., истинную мощность нужно пересчитать на разницу высот кровли и подошвы слоя, с учетом угла их падения (рис. 2.12-Д). По стратоизогипсам с измененными номерами граница отстраивается так же, как описано выше. На рис. 2.12-Г изображен выход слоя, вертикальной мощностью 50 м.

При построении выхода пласта, смятого в складку, важно помнить, что ее замковая часть будет маркирована точками пересечения стратоизогипс с одинаковыми номерами на разных крыльях складки (рис. 2.13).

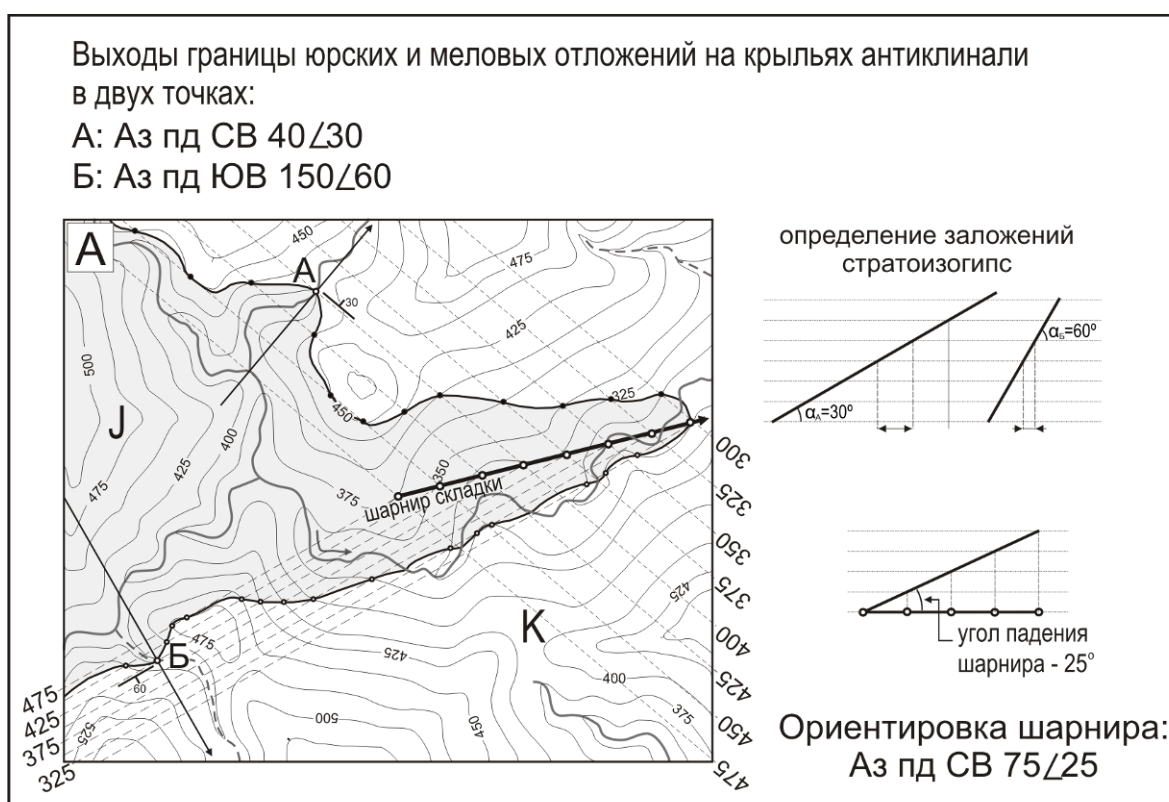


Рис. 2.13. Пример построения выхода границ на крыльях складки и определение ориентировки шарнира складки

Такие построения будут отражать действительную морфологию складки в том случае, если складка аккордеонная или если ее крылья более или менее плоские, а замок складки готический (острый). Шарнир складки будет совпадать с линией пересечения крыльев.

Точно таким же способом решаются задачи на определение линий пересечения даек и слоев или двух даек. Надо построить системы одинаковых стратоизогипс для каждой поверхности и по точкам пересечения од-



ноименных стратоизогипс определить линию пересечения поверхностей.

При решении задач о положении наклонно залегающего пласта в пространстве тоже проще всего использовать метод стратоизогипс. При этом необходимо строить разрез вкрест простирания пласта. Важно для каждой точки определить ее абсолютную высоту и затем определить линию простирания по любой высоте. Рассмотрим пример задачи. *Требуется определить угол падения кровли пласта, вскрытого в трех равноудаленных (340 м) скважинах глубинах 85, 125 и 100 м. Альтитуды устьев скважин +23, +12 и +2 м соответственно (рис. 2.14).*

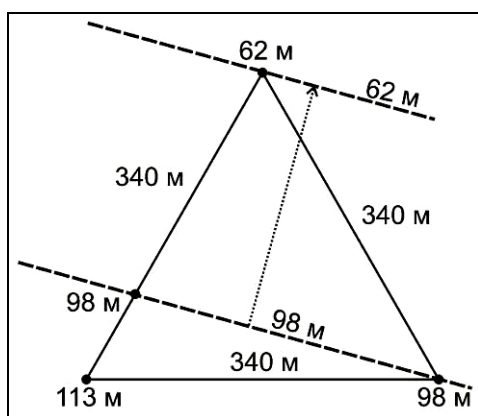


Рис. 2.14. Определение направления падения пласта по трем точкам

**Шаг 1.** Вычисляем абсолютные отметки кровли пласта в скважинах:  
1)  $85 - 23 = 62$  м; 2)  $125 - 12 = 113$  м; 3)  $100 - 2 = 98$  м.

**Шаг 2.** Рисуем в приемлемом масштабе расположение скважин. Отрезок между скважинами с максимальной (113 м) и минимальной (62 м) высотными отметками кровли пласта пропорционально делим так, чтобы получить высоту кровли пласта в третьей скважине (98 м).

Соединив эту точку с точкой третьей скважины, получаем линию простирания пласта, а, построив разрез по линии падения, получим угол его падения. Если требуется определить не только угол, но и азимут падения, надо нарисовать расположение скважин с учетом их реального положения в пространстве, а дальше действовать по тому же сценарию.

Выход на поверхность можно воспринимать как скважину, встретившую нужный объект на глубине 0 м. Если задача графическая, ее решение облегчается уже заданным расположением скважин. Определение глубины, на которой пласт будет вскрыт на заданной линии, выясняется или составлением разреза, или проведением стратоизогипс. Пересечение заданной изогипсы с заданной линией и есть точка, в которой будет вскрыта толща на заданной глубине.

При решении задач на рисовку горизонталей рельефа по заданной геологической ситуации важно помнить, что при горизонтальном залегании пластов горизонтали и границы пластов не пересекаются. При наклонном залегании пластов учитывайте правило пластовых треугольников: "Если пласт падает в противоположную сторону от склона или в сторону склона, но круче его, пластовый треугольник в долине указывает *направление падения* пласта. Если пласт падает в сторону склона, но положе его, пластовый треугольник в долине указывает *направление восстания* пласта". Во всех случаях рекомендуется нарисовать хотя бы условные стратозиогипсы. Если задача не решается сразу на карте, попробуйте сначала нарисовать разрез вкрест простирания пласта и изобразить на нем рельеф. Помните, что на крутых склонах горизонтали гуще, чем на пологих.

На рисунке 2.15 изображена подошва мела, падающая на запад (на водоразделе – в ту же сторону, что и рельеф). На карте она имеет замкнутый контур, потому что на востоке пласт падает круче склона (пластовый треугольник "б" направлен в сторону восстания), а на западе – положе (пластовый треугольник "а" направлен в сторону падения).

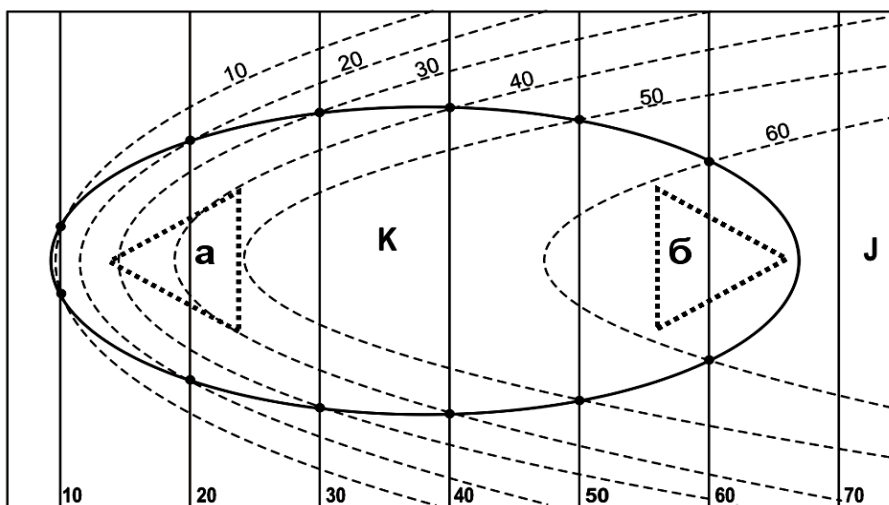


Рис. 2.15. Выход наклонного пласта на пологой возвышенности с разной крутизной склонов. Оцифрованные штриховые линии – горизонтали рельефа, оцифрованные сплошные линии – стратозиогипсы подошвы мела

На рисунках 2.16 изображен пласт, выходящий в долине с разной крутизной тальвега и падающий на восток (как и рельеф). На карте он имеет замкнутый контур, потому что на западе он падает положе склона (пластовый треугольник "а" направлен в сторону восстания пласта), а на востоке – круче (пластовый треугольник "б" – в сторону падения пласта).

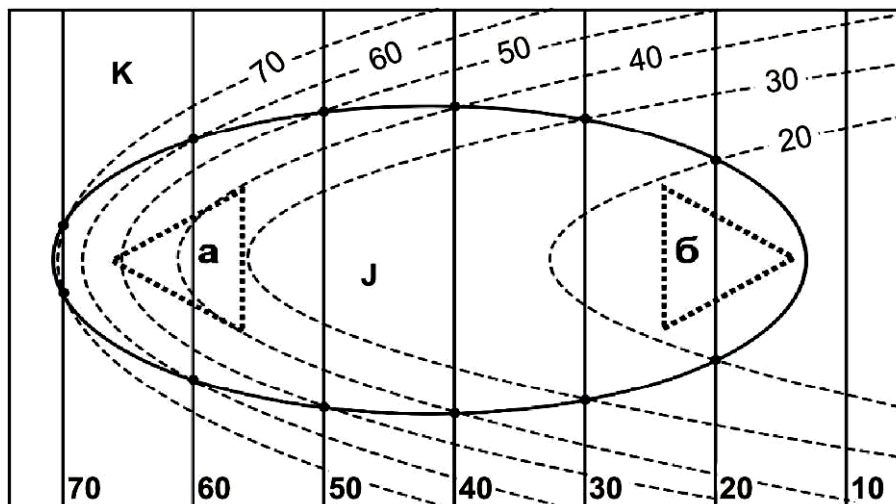


Рис. 2.16. Выход наклонного пласта в долине с разной крутизной склонов. Оцифрованные штриховые линии – горизонталы рельефа, оцифрованные сплошные линии – стратоизогипсы подошвы мела

### Раздел 3. Несогласия

При решении задач на определение характера и объёма несогласий необходимо в первую очередь хорошо знать стратиграфическую шкалу (до уровня ярусов). Конечно, задачи предполагают твердое знание классификации несогласий, а также признаки несогласного несогласия и перерывов в осадконакоплении: базальные конгломераты, погребённые почвы и т.п. Неплохо бы вспомнить и о характерной фауне разных периодов и пород.

При определении типа несогласий надо вычислить элементы залегания различных пластов (или проанализировать указанные!). В некоторых графических задачах предлагается дорисовать пластовые треугольники в долинах. Следует помнить, что при крутых углах наклона пластовые треугольники получаются тупоугольные, а при пологих – остроугольные.

### Раздел 4. Складки

Для решения большей части задач, посвященных складкам, необходимо, как минимум, знать элементы их геометрии и морфологическую классификацию. Неплохо помнить самые простые правила: а) осевая поверхность делит угол складки пополам; б) поскольку угол складки всегда меньше  $180^\circ$ , угол между осевой поверхностью и поверхностью крыла всегда меньше  $90^\circ$ ; в) перевернутое крыло опрокинутой складки залегает круче нормального и круче осевой поверхности; г) оба крыла опрокинутой

складки падают в одну сторону, а наклонной – в противоположные (рис. 2.17). Кроме того, надо помнить, что вергентность складчатой зоны направлена по восстанию осевой поверхности, а не по падению. Для решения многих задач так же необходимо знать стратиграфическую шкалу до ярусов. Во всех случаях необходимо рисовать простейшие схемы.

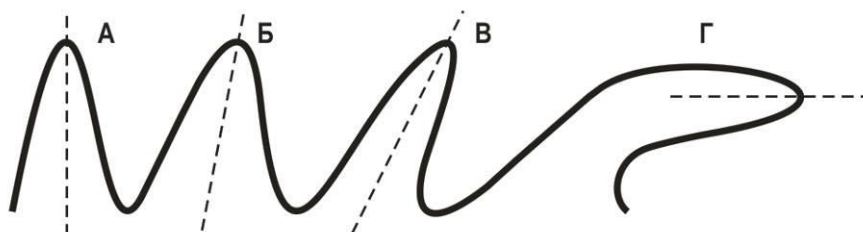


Рис. 2.17. Морфологическая классификация складок по соотношению наклона крыльев и осевой поверхности: А – прямые; Б – наклонные; В – опрокинутые; Г – лежачие

Рассмотрим пример задачи. В моновергентной складчатой зоне (вергентность – СВ-45  $\angle$  55) асимметричная складка сложена турнейскими песчаниками на крыльях и фаменскими – в ядре. Общее со смежной складкой крыло падает под углом 25°. Определите полные элементы залегания крыльев этих складок – антиклинали и синклинали и их тип.

Последовательность решения может быть следующей (рис. 2.18):

**Шаг 1.** В ядре складки залегают верхнедевонские (фаменские), а на крыльях – нижнекаменноугольные (турнейские) отложениями, следовательно, складка – антиклинальная.

**Шаг 2.** Поскольку вергентность в складчатой зоне северо-восточная (СВ-45), осевая поверхность складки падает на юго-запад (ЮЗ-135).

**Шаг 3.** Смежное крыло складок падает положе осевой поверхности, т.е. в этом крыле в любом случае породы имеют нормальное залегание.

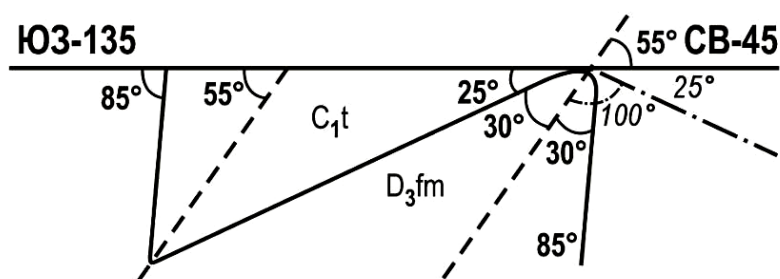


Рис. 2.18. Схема решения задачи

**Шаг 4.** Это крыло должно падать на юго-запад, поскольку, если бы оно падало на северо-восток, то угол между ним и осевой поверхностью

оказался бы равным  $100^\circ$ , т.е. больше  $90^\circ$ , что невозможно!

**Шаг 5.** Угол между крылом и осевой поверхностью составляет  $30^\circ$  ( $55^\circ - 25^\circ = 30^\circ$ ), следовательно, угол падения второго крыла –  $85^\circ$  ( $55^\circ + 30^\circ = 85^\circ$ ), при этом оно падает в ту же сторону, что и первое.

**Шаг 6.** Поскольку крылья складок падают в одну сторону, это *опрокинутые складки*.

## Раздел 5. Разрывные нарушения

Для решения простейших задач необходимо знать морфологическую классификацию разрывных нарушений и помнить, что все смещения определяются по маркерам (пластам, дайкам, другим разрывам и пр.). При рисовке геологических схем помните, что вертикальные маркеры смещаются в плане только сдвигами или сдвиговой составляющей комбинированных разрывов. Наклонные маркеры могут смещаться в плане разными разрывами. При применении известного *Правила Пяти "П"*: "Поднятый пласт перемещается по падению", помните, что под словом "пласт" в общем случае подразумевается *любой наклонно залегающий маркер* (рис. 2.19).

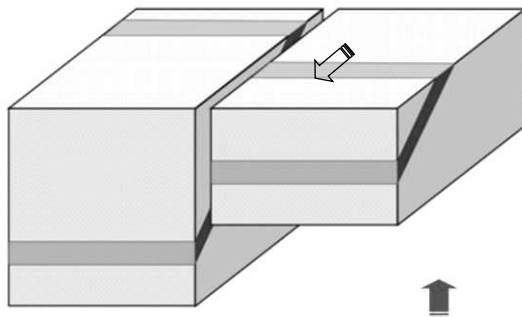


Рис. 2.19. Иллюстрация Правила Пяти "П". Поднятый наклонный маркер в плане смещается по направлению падения пласта

Решение задач на разрывы с комбинированной кинематикой обычно разбивается на два шага – сначала необходимо нарисовать разрыв только с одной составляющей смещения (например, горизонтальной), а потом по положению имеющихся маркеров восстановить вторую составляющую (в этом случае – вертикальную).

Рассмотрим пример задачи. *Толща юрских пород, слагающих нормально залегающую моноклираль, смещена разрывом комбинированной кинематики* (рис. 2.20-1). *Известно, что одна из составляющих разрыва – взброс. Что представляет собой вторая составляющая разрыва?*

**Шаг 1.** Судя по последовательности ярусов верхней юры (оксфорд → кимеридж → титон), толща падает на север (рис. 2.20-1).

**Шаг 2.** Т.к. одна из составляющих разрыва – взброс, поднятым должно быть висячее (западное) крыло, и выход кимериджского яруса в этом крыле должен быть смещен по падению толщи – на север (рис. 2.20-2).

**Шаг 3.** Однако на карте выход кимериджского яруса в западном крыле смещен на юг. Чтобы компенсировать определяющееся взбросом северное смещение толщи и привести ситуацию к первоначальной (рис. 2.20-3) необходимо сдвинуть западный блок на юг, т.е. горизонтальная составляющая разрыва представляет собой левый сдвиг, а разрыв в целом – **левый взбросо-сдвиг**.

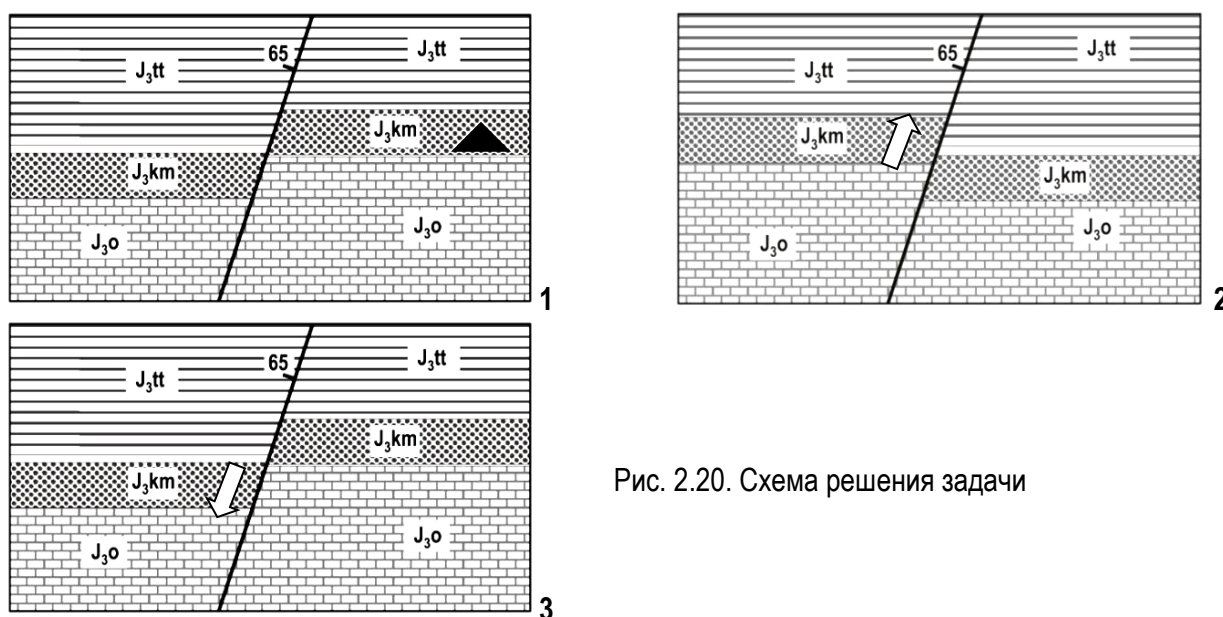


Рис. 2.20. Схема решения задачи

Обратные задачи решаются точно так же, только уже наклон пласта определяется исходя из описанной кинематики разрыва.

Особый класс задач составляют задачи с расшифровкой смещений при помощи зеркал скольжения. Во всех этих задачах предполагается, что расположение зеркал скольжения отражает положение поверхности сместителя, а штриховка – направление смещения. Вертикальная штриховка на вертикальном зеркале свидетельствует о том, что разрыв – сброс, а горизонтальная штриховка на вертикальном зеркале говорит о сдвиге. Сложнее обстоит дело с наклонной штриховкой на наклонном зеркале.

Рассмотрим пример: *В старом полевом дневнике записаны элементы залегания поверхности зеркала скольжения – СВ-40  $\angle$  60, а из элементов залегания штриховки сохранился только угол – 45°. Допишите азимут падения штриховки, если известно, что разрыв – правый сдвиго-сброс, а зеркало отражает кинематику разрыва.*

Для решения воспользуемся сначала методом построения стратоизогипс, хотя понадобится всего одна "изогипса" для разрыва.

**Шаг 1.** Сначала необходимо нарисовать схему расположения разрыва (рис. 2.21-А) – правый сдвиг-сброс с АзПр СЗ-310 – ЮВ-130. Направление падения штриховки неизвестно, но, поскольку поверхность сместителя падает на СВ-40  $\angle$  60, азимут падения штриховки в принципе может меняться только в пределах от СЗ-310 до ЮВ-130 (по часовой стрелке!).

**Шаг 2.** Нарисуйте вспомогательную схему (рис. 2.21-Б) – в ортогональной проекции отложите углы 60° (угол падения разрыва) и 45° (угол падения штриховки). На произвольной глубине "h" проведите горизонтальную линию до пересечения с линиями отложенных углов. Отрезок "a" (1–2) – заложение для разрыва на глубине "h", отрезок "s" (1–3) – заложение для штриховки на глубине "h".

**Шаг 3.** Проведите на расстоянии "a" по падению разрыва линию, параллельную ему. Это изогипса разрыва на глубине "h".

**Шаг 4.** При угле падения 45° линии штриховки окажутся на глубине "h" на расстоянии их заложения "s" от точки 1 (полуокружность радиусом "s" на рис. 2.21-В). Поскольку  $s > a$ , полуокружность пересечет изогипсу "h" в симметричных точках 4 и 5, т.е. штриховка может простираться в направлениях 1–4 или 1–5.

**Шаг 5.** Поскольку разрыв представляет собой правый сдвиг-сброс, его северо-восточное (висячее) крыло смещалось на юго-восток по сдвиговой составляющей и на северо-восток – по сбросовой. Т.е. штриховка должна быть ориентирована по направлению 1–5, АзПд ЮВ-110.

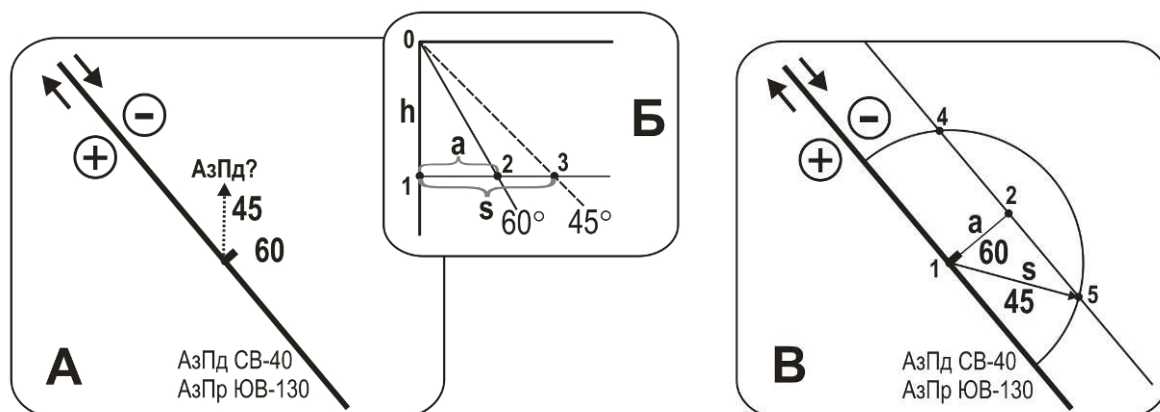


Рис. 2.21. Схема решения задачи

Обратные задачи (на определение угла наклона штриховки при известном азимуте) решаются в обратном порядке: 1) начертить изогипсу на произвольном заложении "а"; 2) провести по известному азимуту вектор "s" до пересечения с изогипсой; 3) отложить на вспомогательной схеме из одной точки (1) отрезки, равные заложению и длине вектора; 4) из второй точки заложения "а" отложить угол падения разрыва до пересечения с вертикальной линией (получим точку 0), а конец вектора "s" соединить с точкой 0. Угол 1–3–0 и есть искомый угол наклона штриховки.

## Раздел 6. Мезоструктуры

При решении задач, в которых рассматривается соотношение кливажа и слоистости, необходимо помнить простое правило: если осевой (главный) кливаж падает круче слоистости, породы имеют нормальное залегание, если он падает положе слоистости, породы находятся в опрокинутом залегании.

## Раздел 7. Восстановление полей напряжения

Решение задач на восстановление полей напряжения предполагает, что студенты имеют представление о двух основных моделях образования разрывов (трещин): модели Андерсона (в обстановке чистого сдвига, т.е. под действием *нормальных напряжений*) и модели Риделя (в обстановке простого сдвига, т.е. под действием *тангенциальных напряжений*).

При решении задач, связанных с нормальными напряжениями, важно помнить простые правила (рис. 2.22):

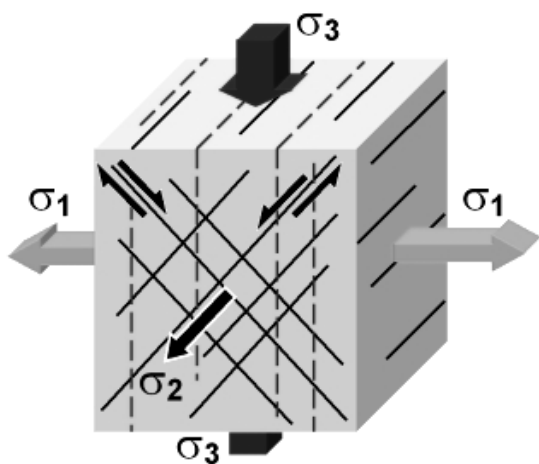


Рис. 2.22. Расположение главных нормальных напряжений и трещин отрыва и скола в модели Андерсона



1) трещины отрыва (серые штриховые линии) ориентированы поперек максимального главного нормального напряжения – растяжения ( $\sigma_1$ );

2) трещины скалывания (сплошные линии) образуют сопряженные пары левых и правых сколов, биссектриса *острого угла* между которыми совпадает с направлением минимального главного нормального напряжения – сжатия ( $\sigma_3$ );

3) линии пересечения трещин скола совпадают с направлением среднего главного нормального напряжения ( $\sigma_2$ ).

Исходя из этих правил, при решении задач рекомендуется всегда рисовать схемы: и планы, и разрезы. На объемных картинках сначала дорисуйте стрелку недостающего главного напряжения, а потом уже дорисуйте необходимые трещины.

Решение задач, связанных с тангенциальными напряжениями представляется несколько более сложным, поскольку модель Риделя включает в себя больше типов разрывов, закономерно расположенных в поле напряжений (рис. 2.23). Необходимо помнить, что в системе сколов Риделя сколы Y, R, P являются синтетическими, т.е. имеют то же направление смещения, что и генеральная сдвиговая зона, а сколы R' – антитетическими, т.е. направление смещения по ним – обратное.

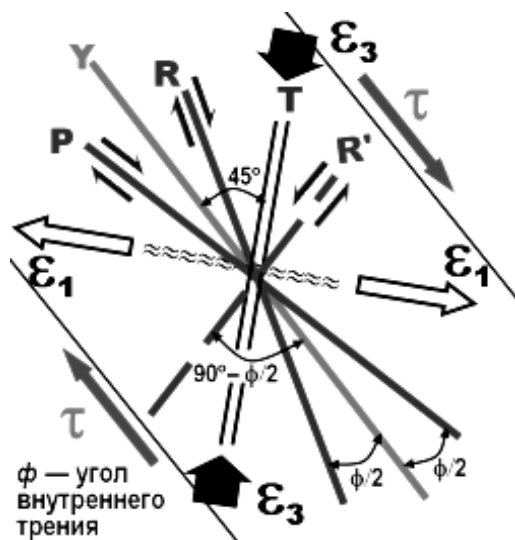


Рис. 2.23. Расположение тангенциальных и нормальных напряжений, а также трещин отрыва и скола в модели Риделя: Y-сколы – сдвиги, параллельные направлению максимальных тангенциальных напряжений и генеральной сдвиговой зоне; R-сколы – сдвиги Риделя (синтетические); P-сколы – вторичные сдвиги Риделя (синтетические); R'-сколы – сопряженные сдвиги Риделя, или "антириделевские" (антитетические); T – отрывы. Обозначения главных нормальных напряжений аналогичны рис. 2.19.

Учебное издание

Тевелев Александр Вениаминович,

Тевелев Аркадий Вениаминович,

Фокин Павел Анатольевич

Болотов Сергей Николаевич,

**Структурная геология и геологическое картирование. Сборник задач по структурной геологии. Издание второе, переработанное и дополненное**

Подписано в печать 15.05.2015. Формат 60×90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>  
Бумага офсетная. Печать RISO. Усл. печ. л. 4,3. Тираж 50 экз.

Отпечатано в отделе оперативной печати Геологического ф-та МГУ.  
Адрес: Москва, 119899, Воробьевы Горы, МГУ, Геологический факультет.  
Заказ № .