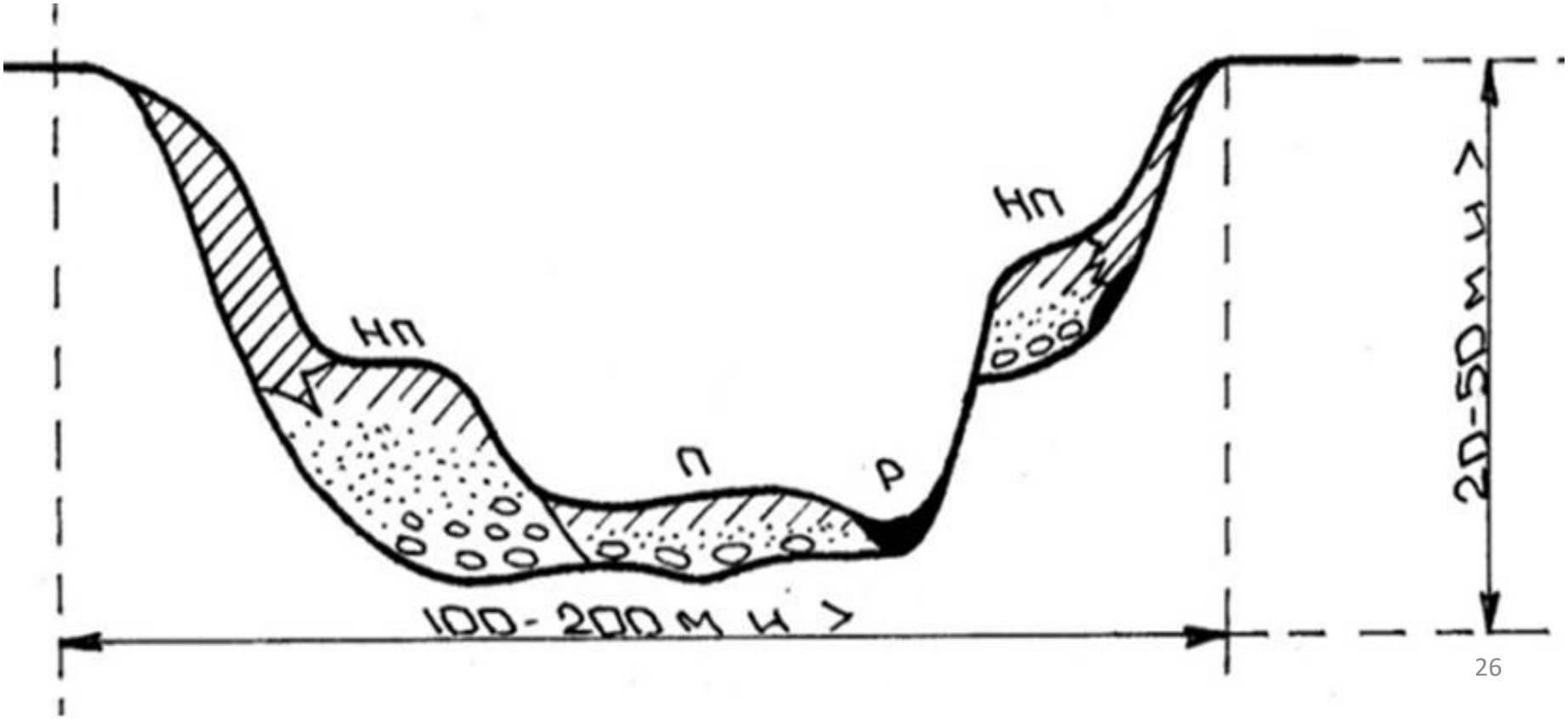
Реки: формы рельефа и отложения с ними связанные

Постоянные водотоки (реки) вырабатывают линейные отрицательные формы рельефа – **речные долины**.

Речные долины **транзитны** по отношению к климатической зональности и тектоническому районированию.

Основные элементы речной долины – русло (Р), пойма (П), надпойменные террасы (НП), склоны.



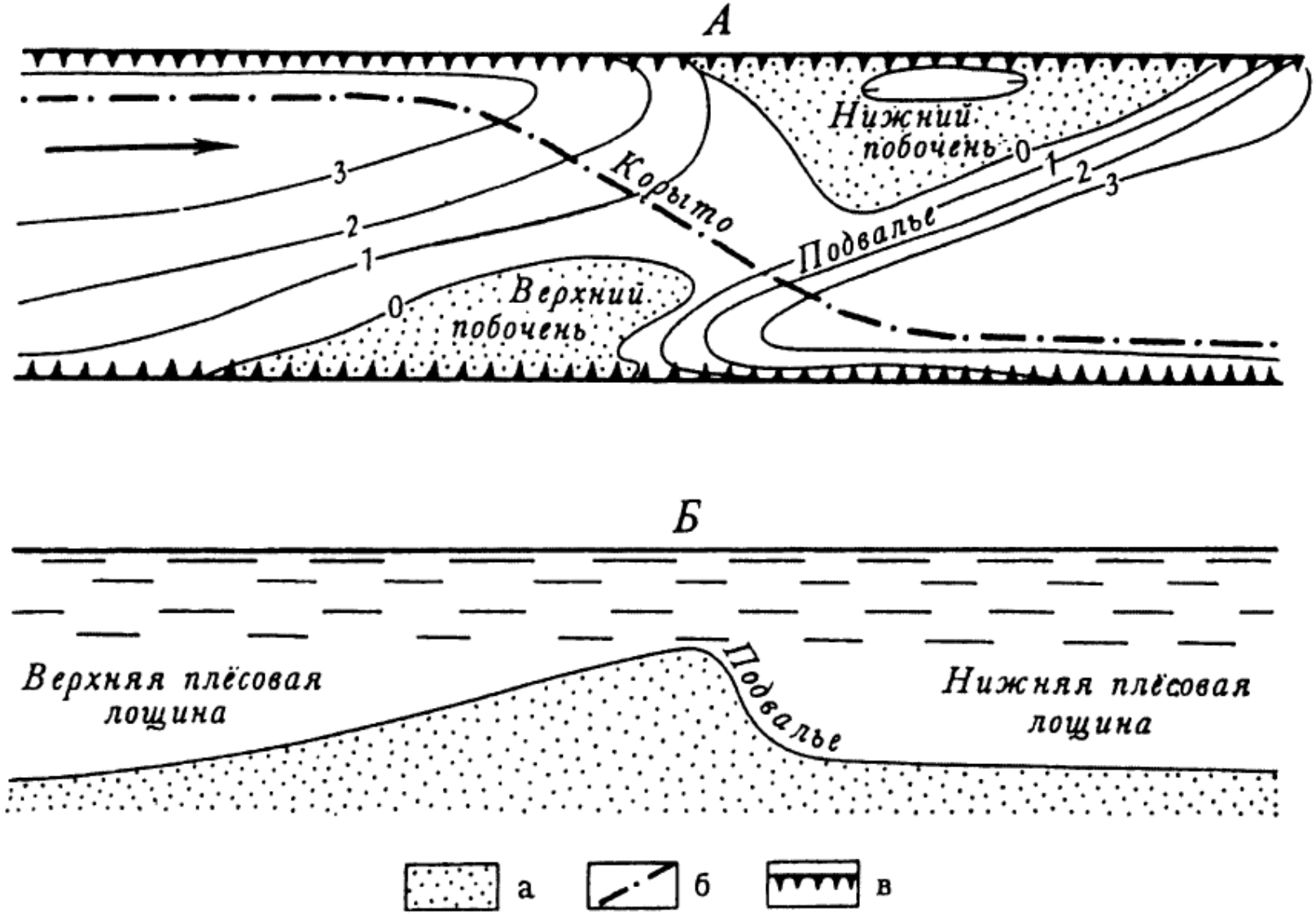
Русло

Русло – наиболее углублённая часть речной долины, где протекает поток в межень, совершается эрозия, перенос и аккумуляция аллювия.

Форма русла определяется особенностями совершаемой в нем работы:

- прямолинейное русло – преобладание глубинной эрозии с транзитным переносом обломочного материала;
- меандрирующее русло – боковая эрозия с перестиланием аллювия и с ослабленным локальным углублением;
- разветвленное русло – аккумуляция переносимого потоком материала преобладает над эрозией.

Рельеф русел



Элементы переката:

А – план; Б – профиль по линии стрежня (по Н.И.Маккавееву).

а – тело переката; б – линия стрежня; в – берега меженного уровня

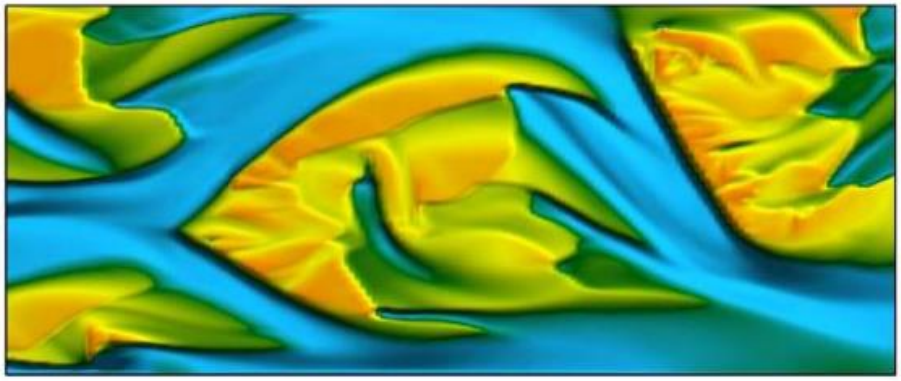
Стрежень. Руза

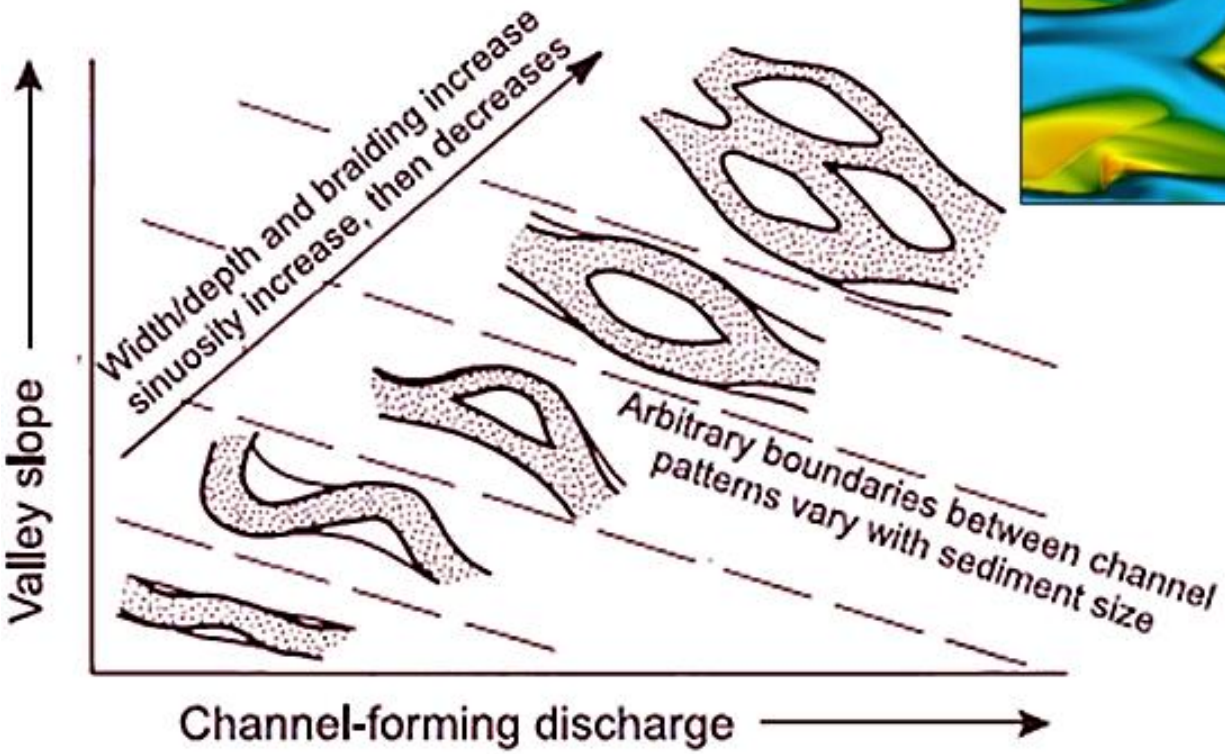
Фуркация

Повышенная аккумуляция аллювия приводит к возникновению в русле островов, разделяющих его на протоки (*бифуркация*).

Интенсивный рост островов происходит:

- в дельтах рек;
- при выходе горных рек на равнину;
- при пересечении рекой растущих отрицательных геологических структур;
- в межгорных впадинах, разделяющих поднимающиеся хребты.



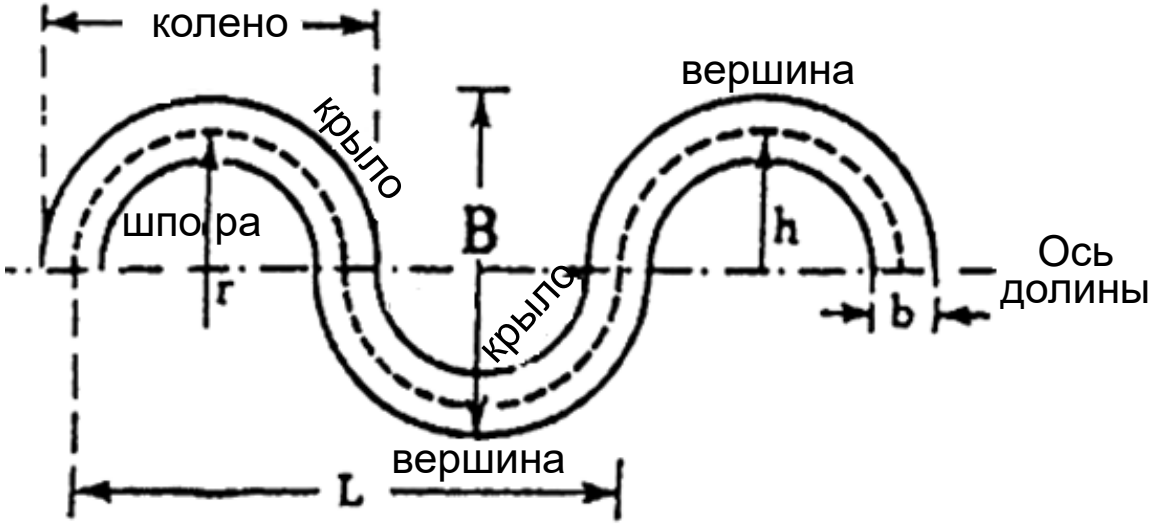


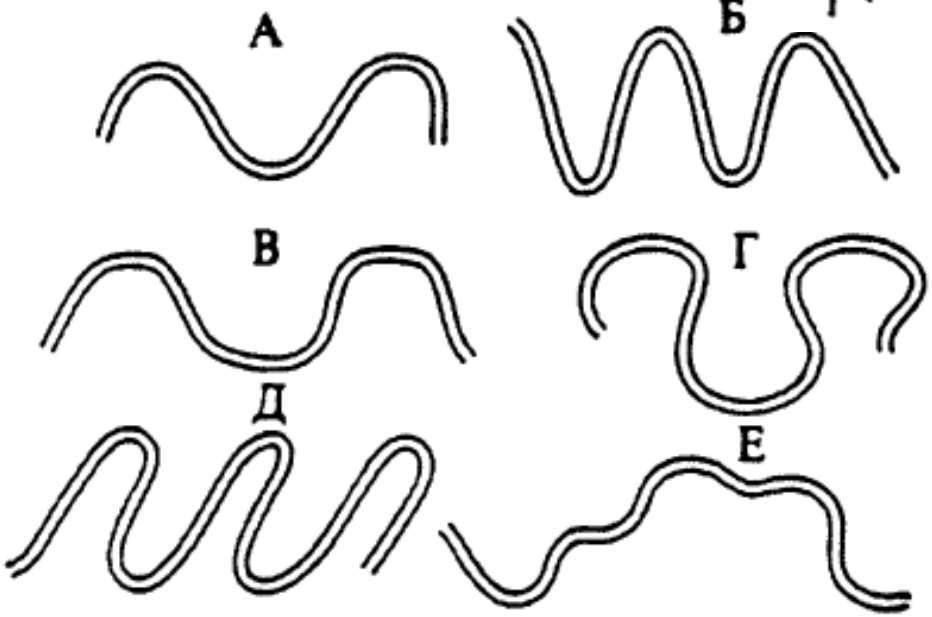
р. Гуатикия, Колумбия

Меандрирование

Для равнинных и полугорных рек, находящихся на стадии врезания или стабильного продольного профиля характерно ***меандрирование***. *Меандры* лучше всего развиты у равнинных рек с глинистыми и суглинистыми берегами, несущих большое количество наносов.

Элементы излучин: L – шаг излучины; r – радиус излучины; h – стрела прогиба; B – ширина пояса меандрирования; b – ширина русла.





Формы излучин в плане:
А – сегментные; Б – синусоидальные;
В – сундучные; Г – омеговидные;
Д – заваленные; Е - сложные

Меандры

- **первичные** – обусловлены рельефом земной поверхности. Характеризуются невыдержанностью радиуса кривизны и неправильностью изгибов.
- **вторичные** – формируются в результате работы самого водотока, подразделяются на:

Вынужденные	Свободные	Врезанные
образуются при отклонении русла каким-либо препятствием; характеризуются невыдержанностью размеров и отсутствием закономерностей в конфигурации и расположении.	создаются среди аллювия поймы; форма, размеры и динамика определяются параметрами реки. У каждого водотока свой предельный радиус кривизны излучин и ширина пояса меандрирования. Свободные меандры смещаются в продольном и поперечном направлениях относительно оси долины.	образуются из свободных в результате интенсивной глубинной эрозии. В каждую излучину входит выступ коренного склона долины реки или её террас. Врезанные меандры смещаются подобно свободным.

Врезанные меандры

Свободные меандры

Пойма

Пойма – приподнятая над меженным уровнем воды часть дна долины, покрытая растительностью и затопляемая половодьем. Образуется на реках с переменным уровнем воды.

Ведущая роль в формировании поймы и слагающего её аллювия – у боковой эрозии, обусловленной извилистостью рек.

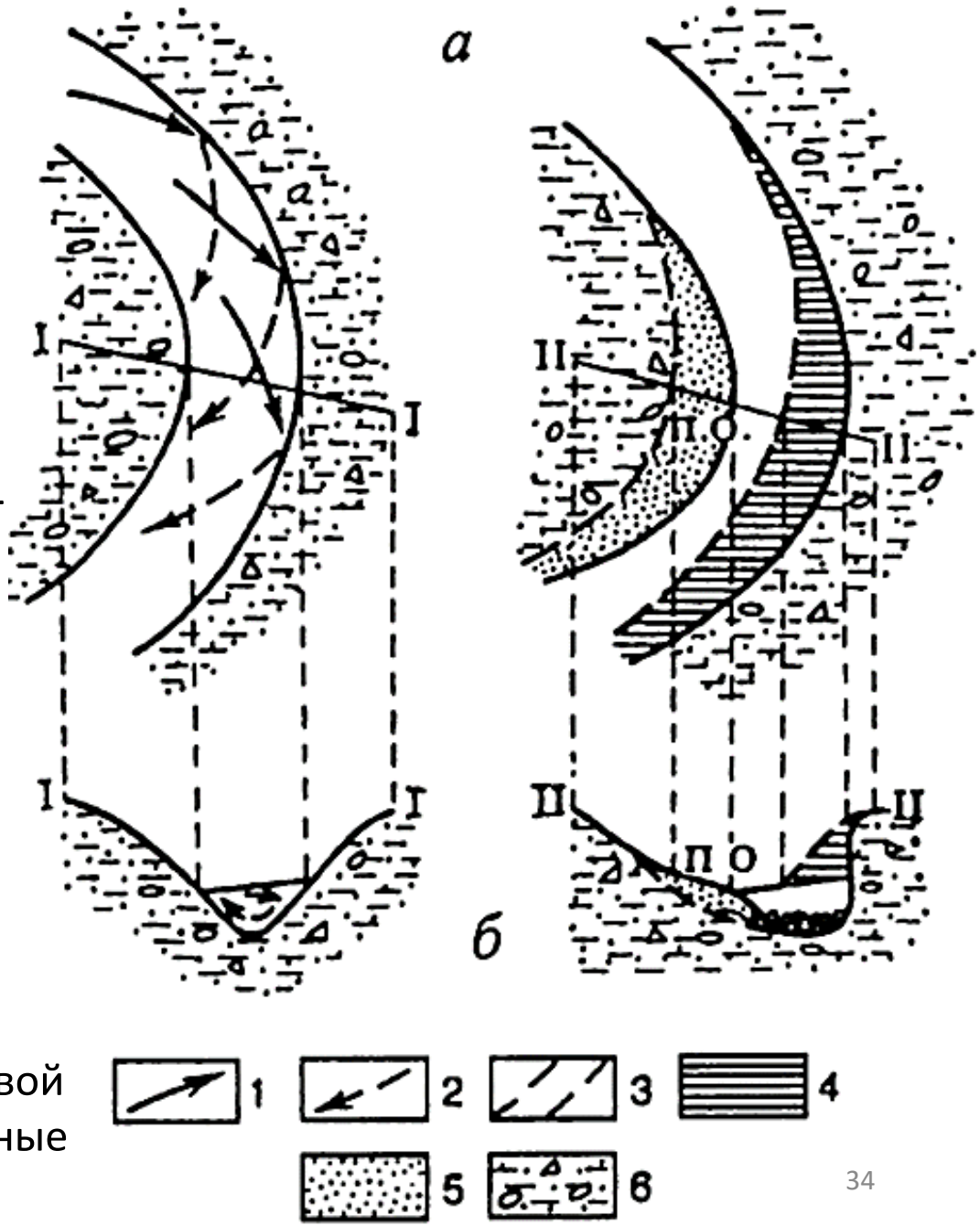
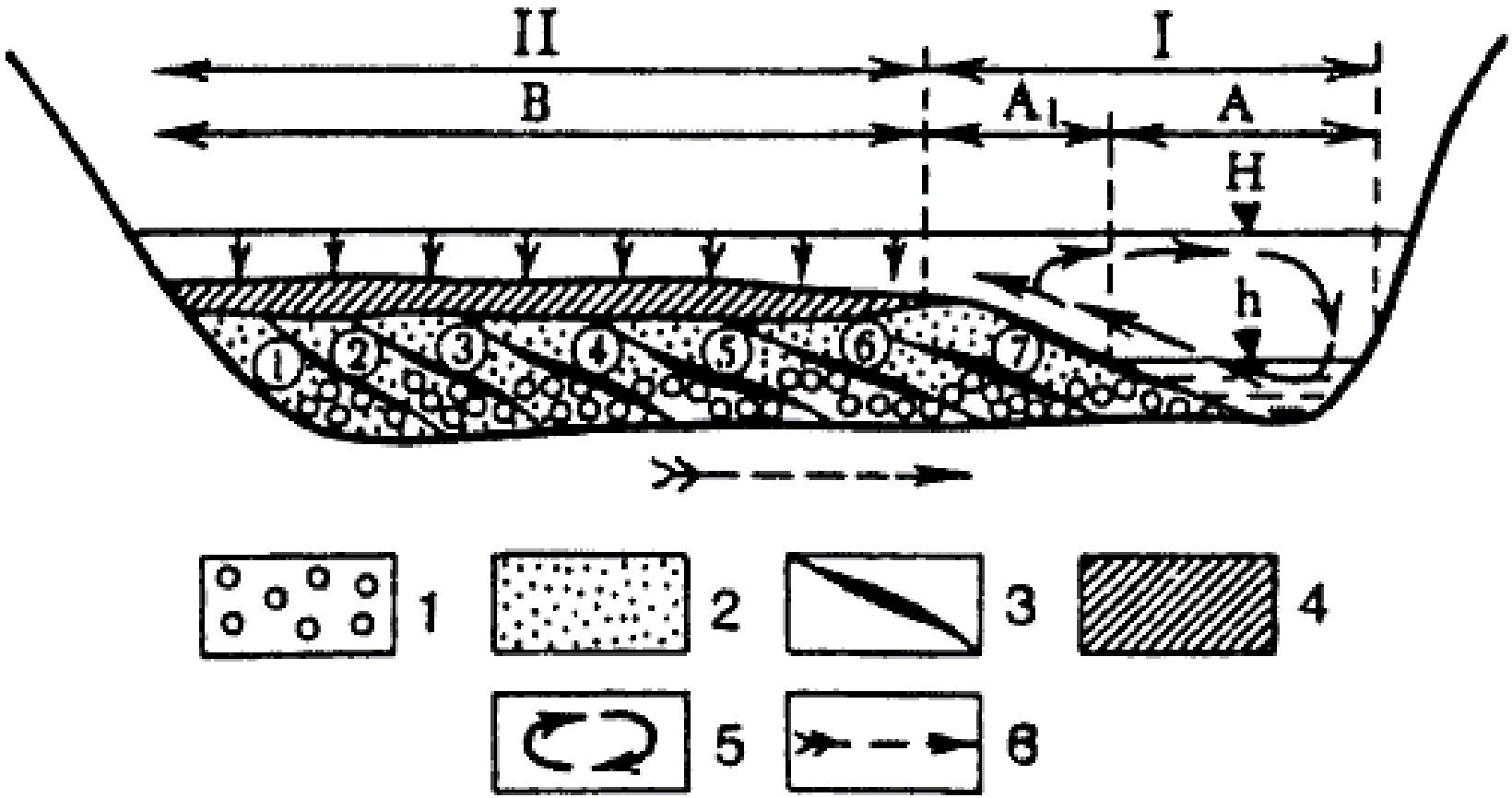


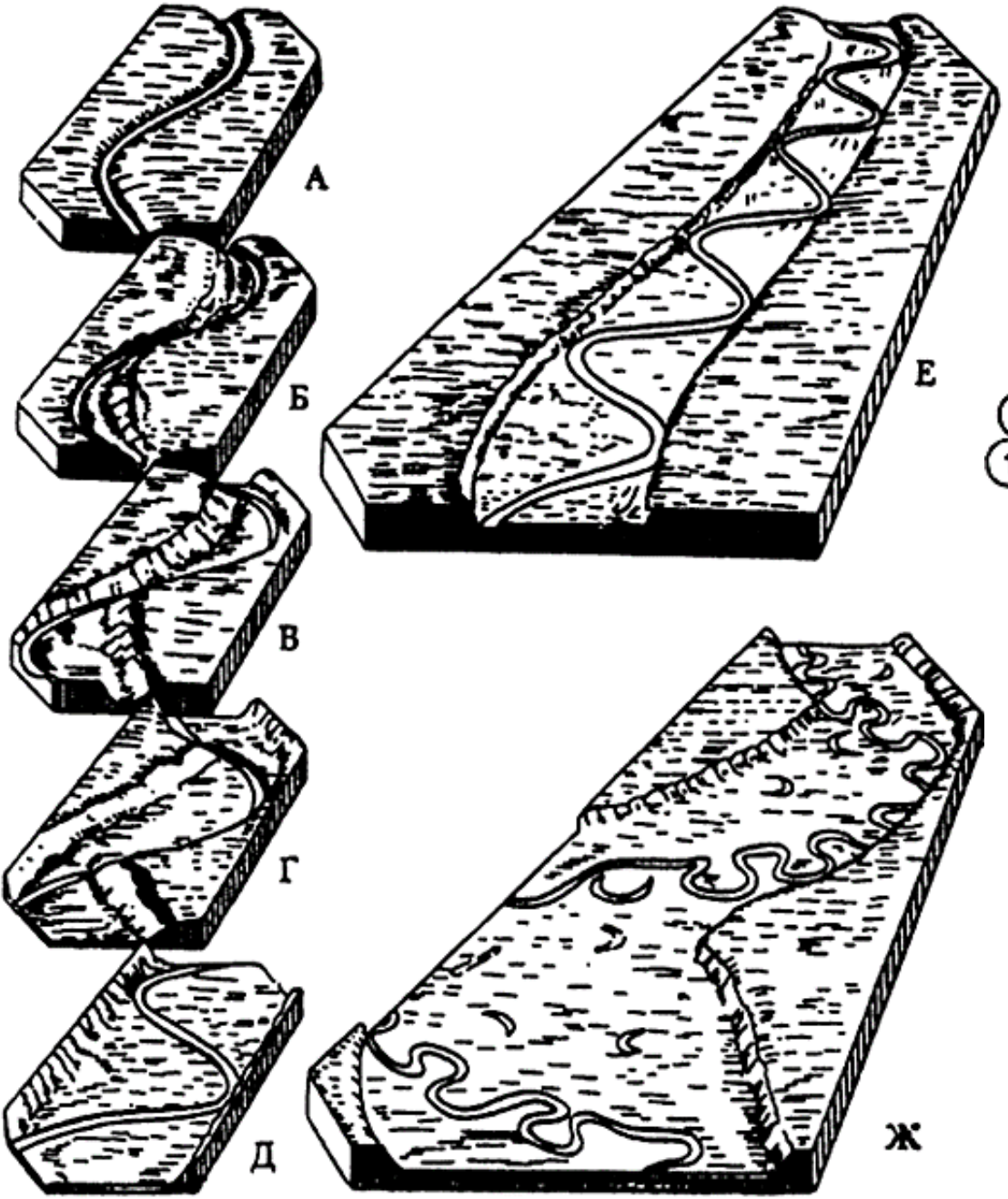
Схема образования прирусловой отмели: а - план; б - профиль; 1 - направление движения воды у поверхности; 2 – направление придонных струй; 3 - контуры первоначального положения русла; 4 - участок берега, разрушенный боковой эрозией; 5 - намытый берег; 6 - коренные берега.

Схема геологического строения поймы (по Е.В. Шанцеру)

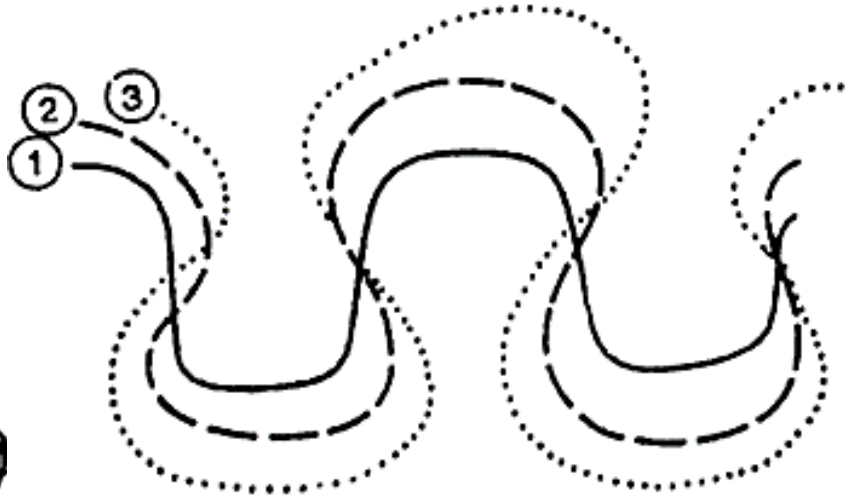


I - зона размыва и намыва наносов поперечным течением; цифры в кружочках (1-7) - последовательно образующиеся слои руслового аллювия; II - зона осаждения взвешенных наносов и образования пойменного аллювия; А - русло; А1 - прирусловая отмель; В - пойма; Н - уровень полых вод; h - уровень межени; 1-3 - русловой аллювий: 1 - крупнозернистые пески, гравий, галька; 2 - мелко- и тонкозернистые пески; 3 - прослои заиления; 4 - пойменный аллювий; 5 - токи поперечной циркуляции воды в русле; 6 - направление смещения русла.

Формирование поймы и меандрового пояса

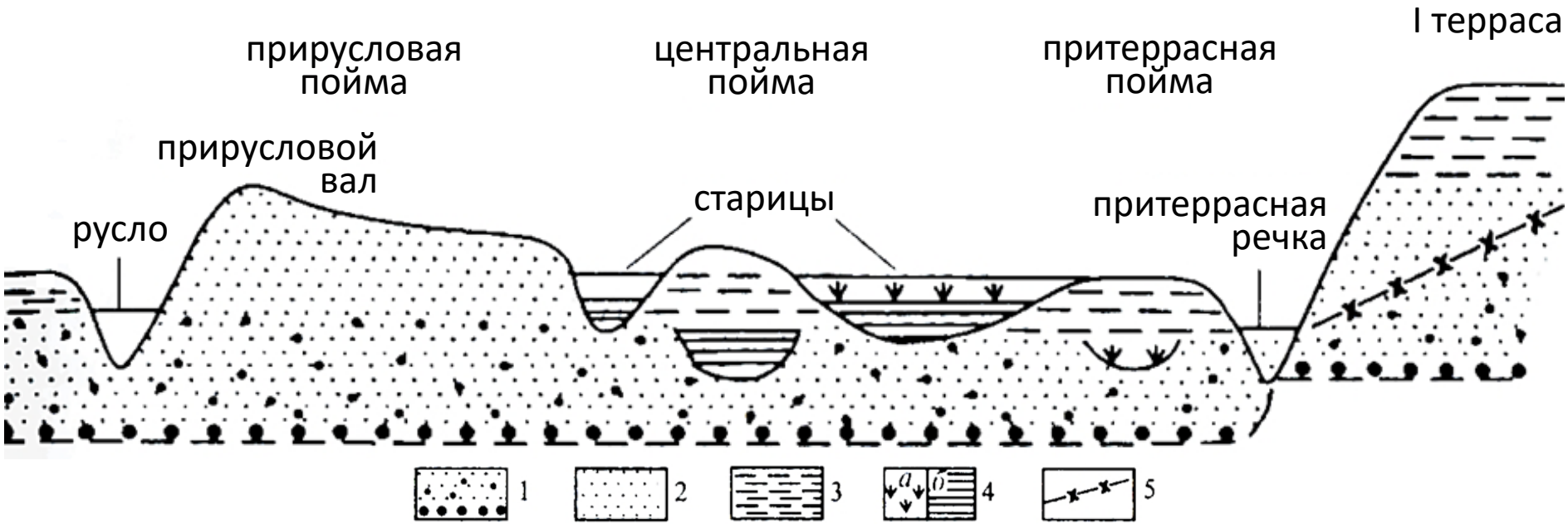


А, Б, В, Г, Д, Е, Ж - стадии развития речной долины

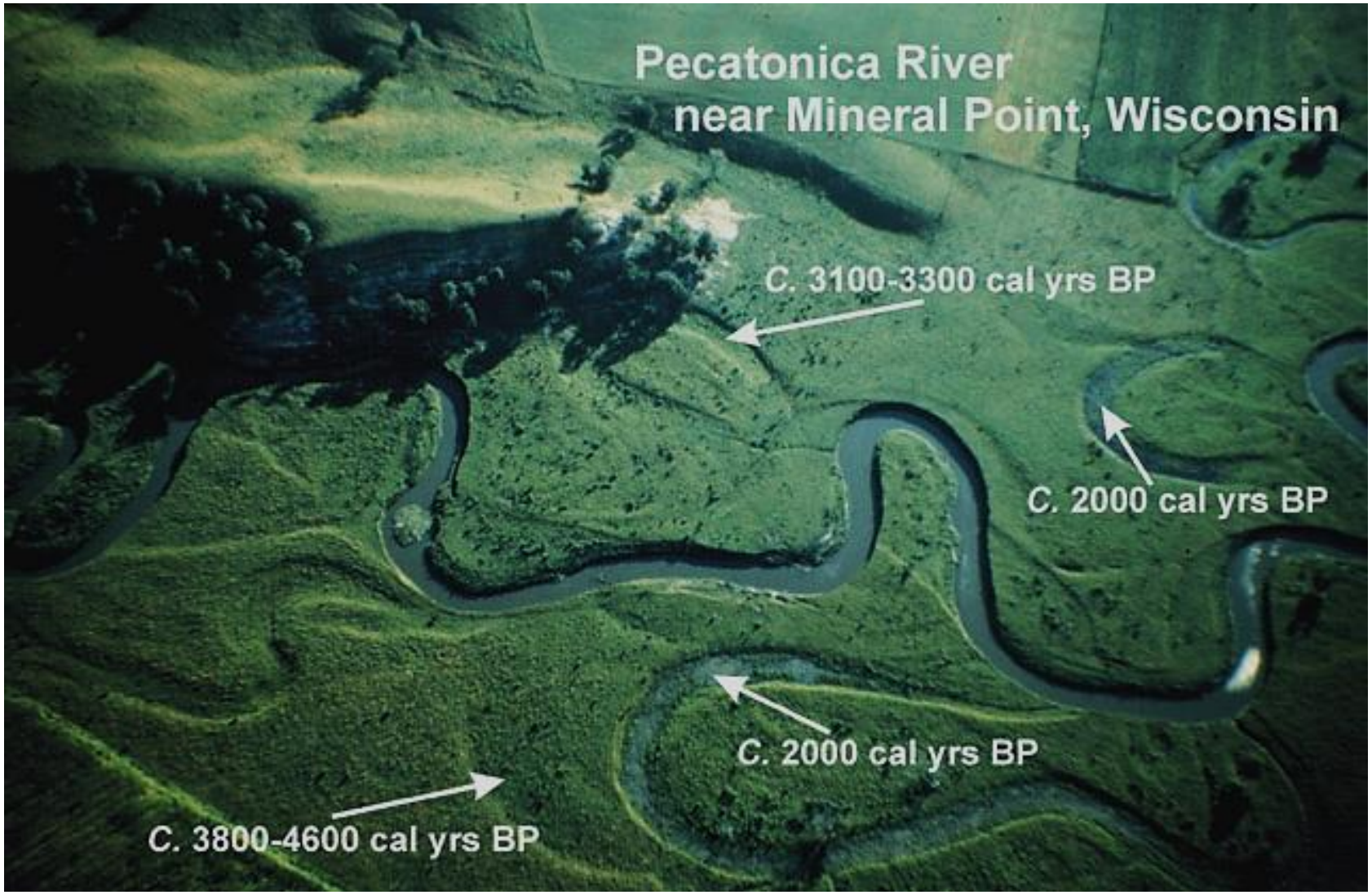


Образование Ω-видных меандров и «пережимы» их шеек вследствие размыва берегов;
1, 2, 3 – последовательные положения русла

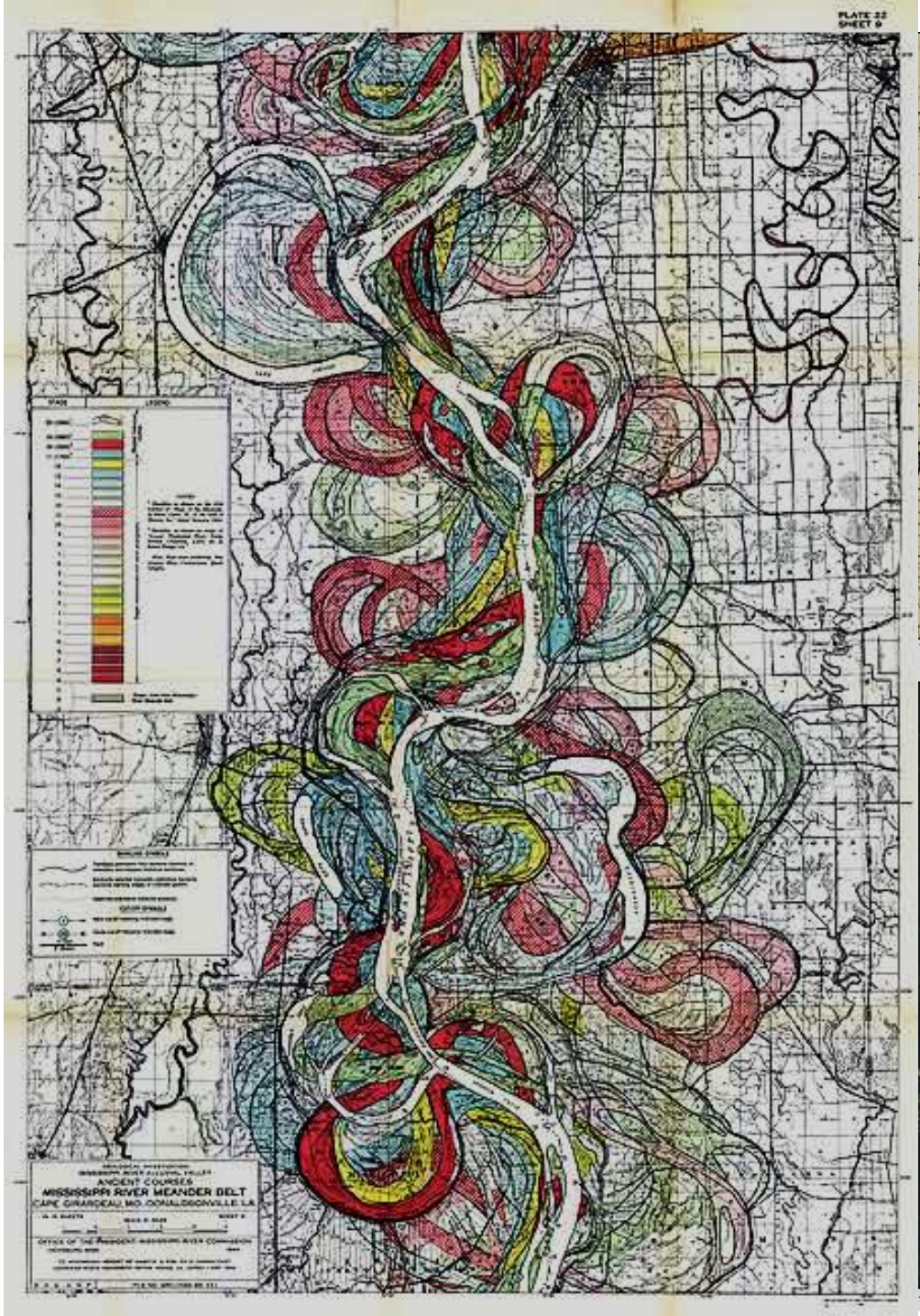
Рельеф поймы равнинной реки

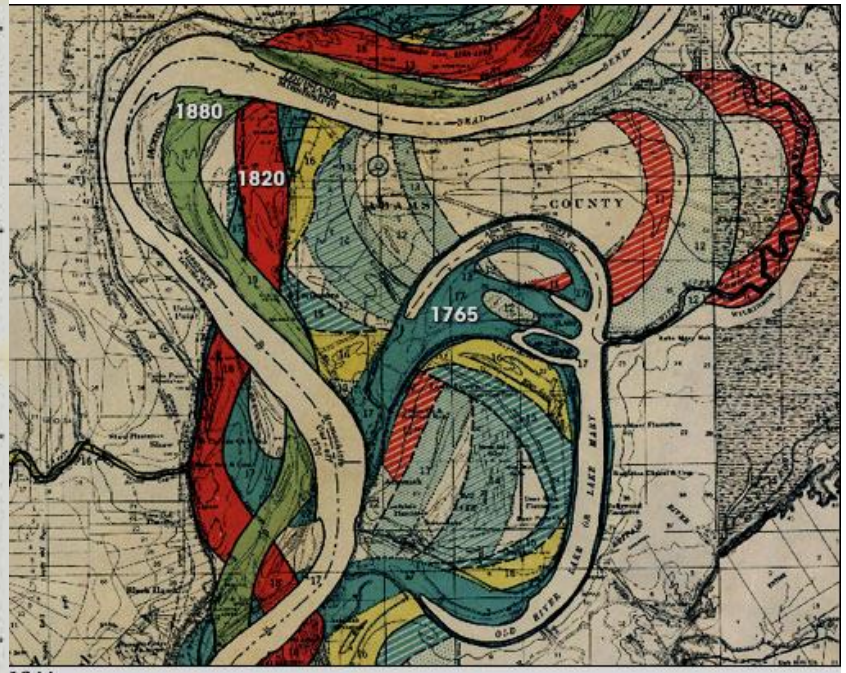


1 – русловой аллювий с базальным горизонтом в основании;
2 – песчаные отложения прирусловой вала; 3 – супеси, суглинки, глины пойменной фации; 4 – старичная фация (а – торфяники, б – илы и глины);
5 – горизонт грунтовых вод.


Pecatonica River
near Mineral Point, Wisconsin
C. 3100-3300 cal yrs BP
C. 2000 cal yrs BP
C. 2000 cal yrs BP
C. 3800-4600 cal yrs BP

Река Кур, Хабаровский край (зимний перспективный АФС)





1944

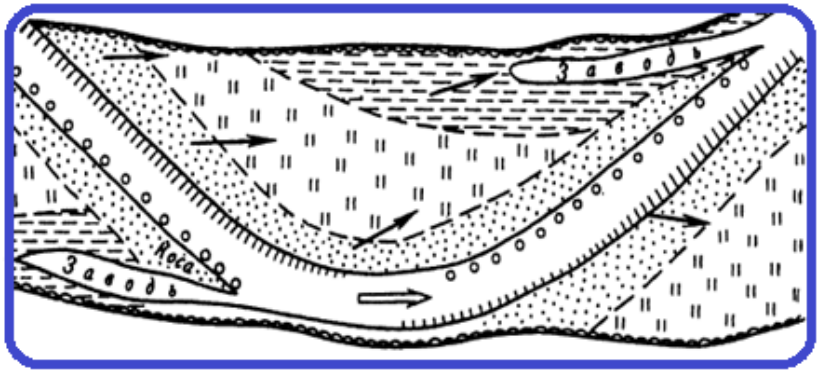
te Image, September 22, 1999

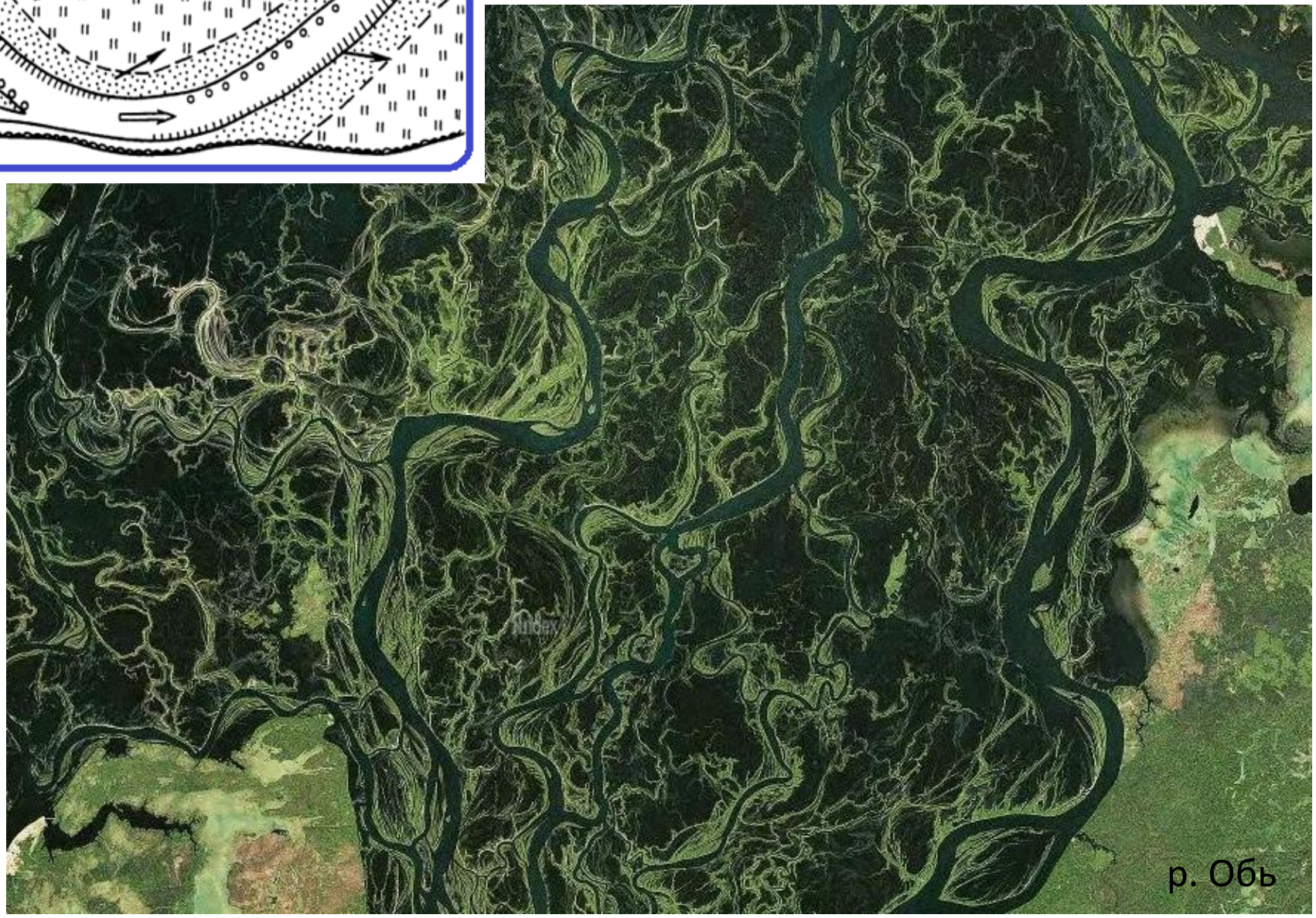
Морфологическая классификация пойм

сегментные

Параллельно-гривистые

Проточно- (или ложбинно-) островная пойма

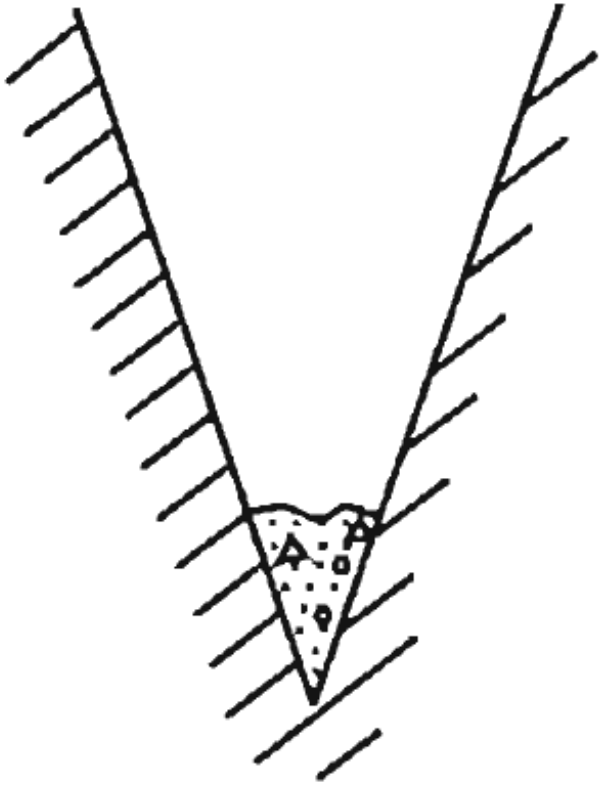


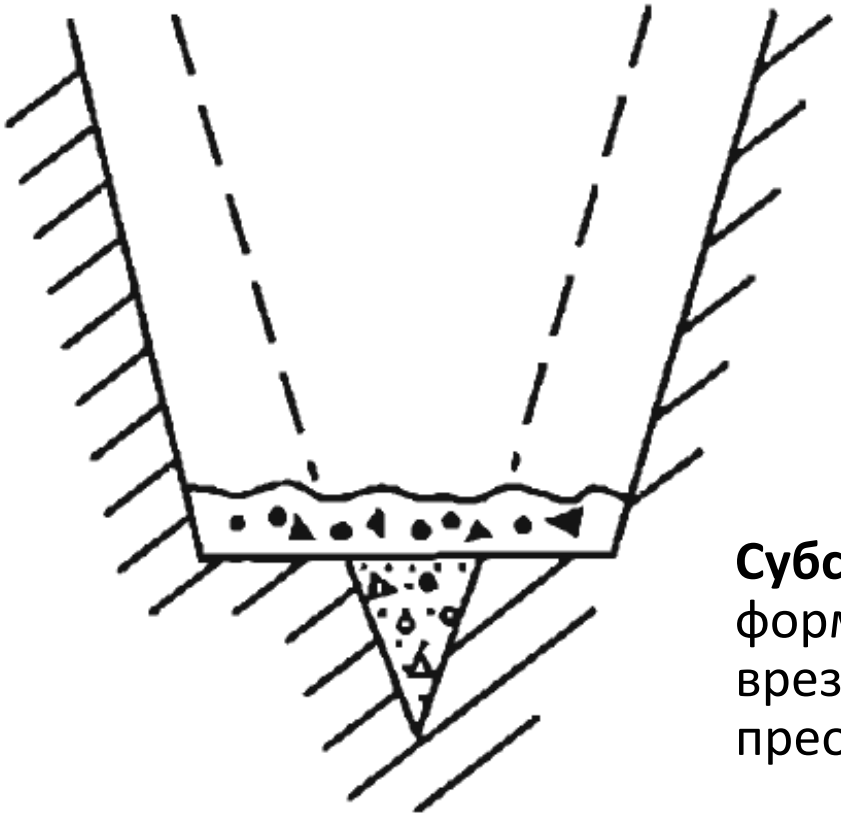


Динамические фации аллювия

В зависимости от динамических условий формирования поймы может сформироваться четыре комплекса аллювия

Инстративный (выстилающий) аллювий – характерен для стадии преимущественного врезания реки.

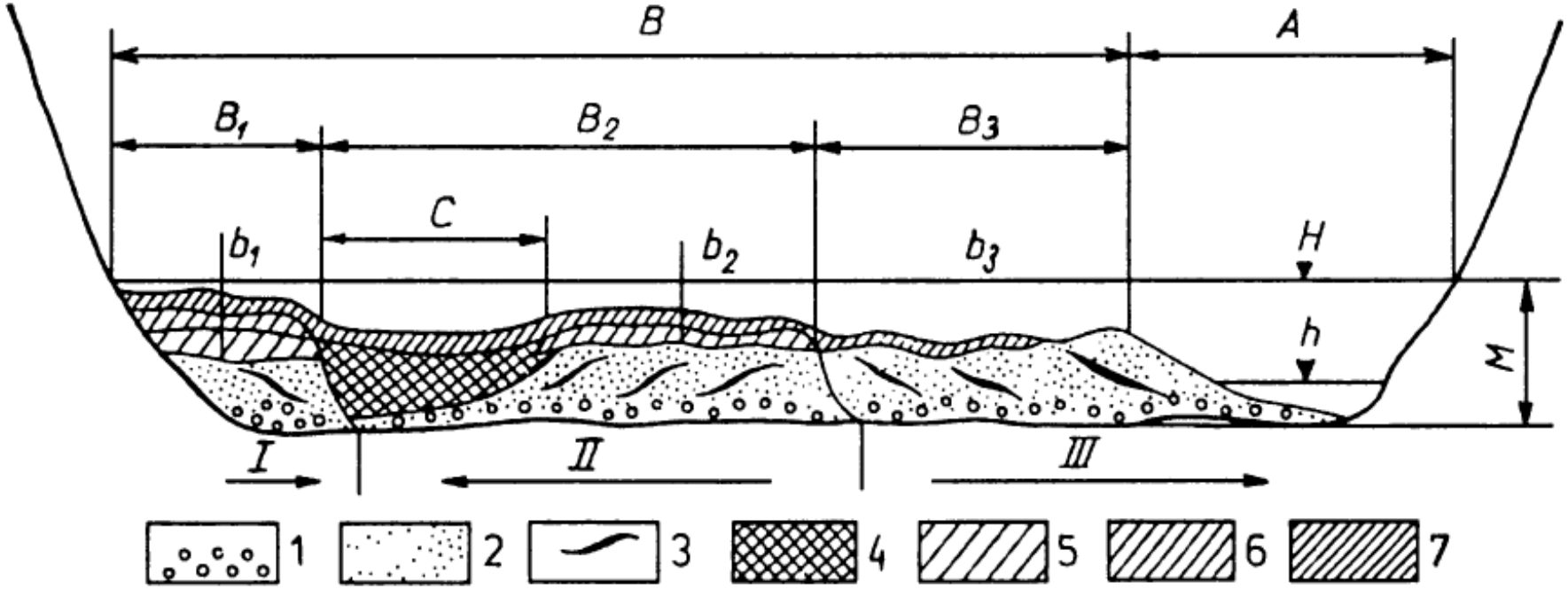




Субстративный (подстилающий) аллювий – формируется при переходе от стадии врезания к стадии равновесия (начинает преобладать боковая эрозия)

Перстративный (перестилаемый) аллювий

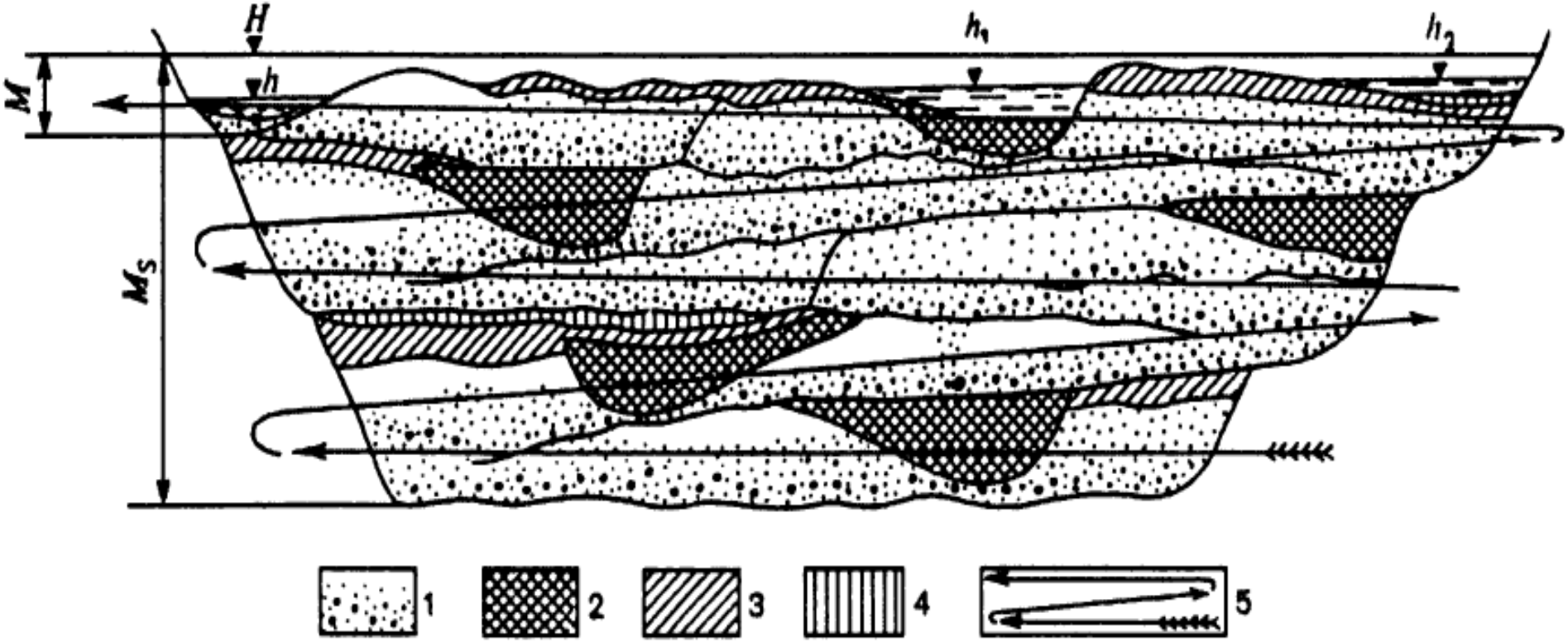
Образуется при динамическом равновесии между количеством поступающего в реку и выносимого ею рыхлого материала. При смещении свободных меандров перемывается, сортируется и переотлагается. Имеет нормальную мощность, представлен всеми фациями, слагает эрозионно-аккумулятивные террасы.



А - русло и прирусловая отмель; В - пойма; B_1-B_3 - разновозрастные участки поймы (стрелки под рисунком - направление смещения русла на разных стадиях развития поймы); b_1-b_3 - стадии накопления пойменного аллювия; Н - горизонт полых вод; h - горизонт межени; М - нормальная мощность аллювия; русловой аллювий: 1 - гравий и галька, 2 - пески, 3 - прослои заиления; 4 - старичный аллювий; 5,6,7 - пойменный аллювий разных стадий накопления.

Констративный (настилаемый) аллювий

Характеризуется повышенной мощностью, многократным чередованием в разрезе русловых, пойменных и старичных фаций, наложением аллювиальных пачек, каждая из которых построена по типу перстративного аллювия. Слагает аккумулятивные террасы.



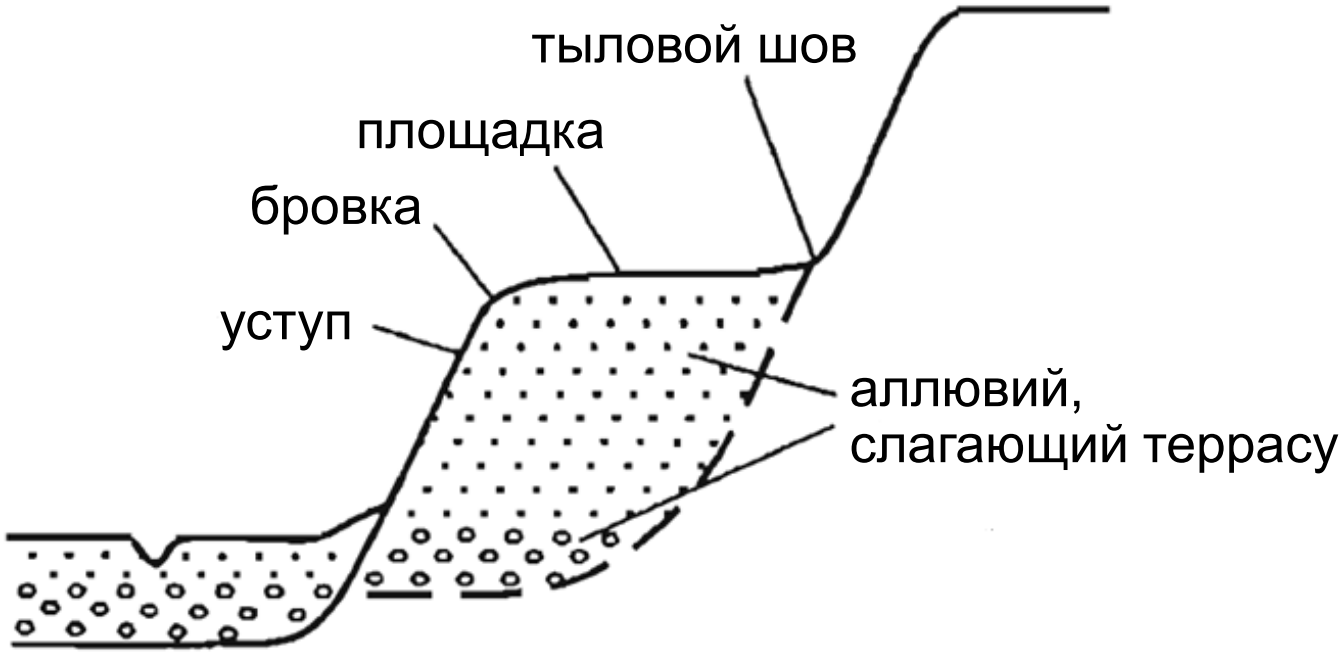
1-3 - фации аллювия: 1 - русловой; 2 – старичный; 3 - пойменный; 4 - отложения вторичных водоёмов поймы; 5 - общее направление миграции русла; H - горизонт полых вод; h - горизонт межени в русле; h_1,h_2 - горизонт межени в старицах; M - нормальная мощность аллювия; M_s - общая мощность аллювия.

Речные террасы.

Террасированность склонов – характерная особенность рельефа речных долин.

Террасы – фрагменты древних пойм, поднятые над современным руслом и поймой в результате цикличного врезания реки.

Относительный возраст морфологически выраженных террас определяется по их положению относительно меженного уровня воды. Счет террас ведется снизу вверх – от молодых к древним.



Элементы террасы.

Формирование террас

Образование террас отражает стадийность эрозионного расчленения земной поверхности водным потоком и аккумуляции аллювия, которые носят циклический характер и закономерно повторяются.

Причины цикличности :

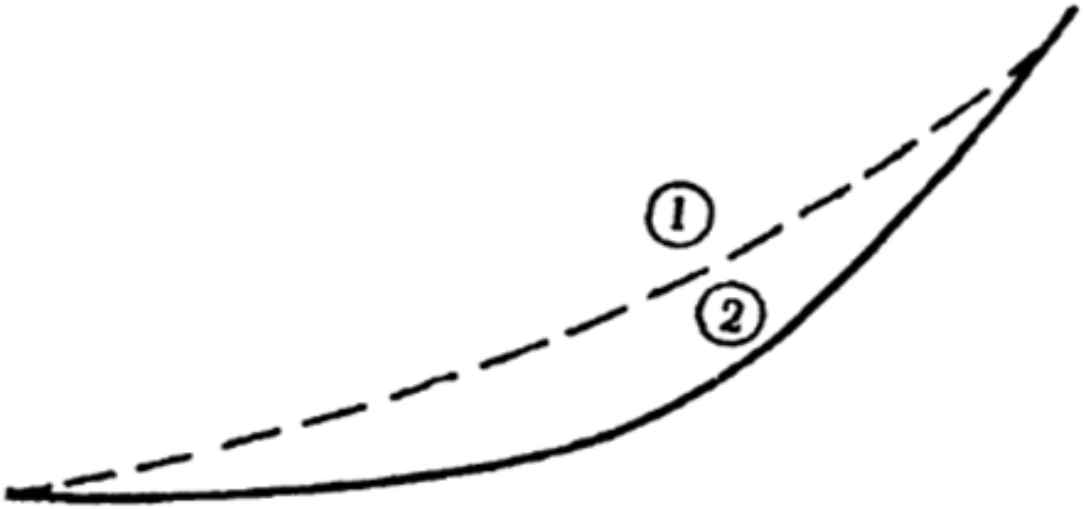
- изменение климата;
- изменение скорости и/или направленности тектонических движений.

Они влекут за собой:

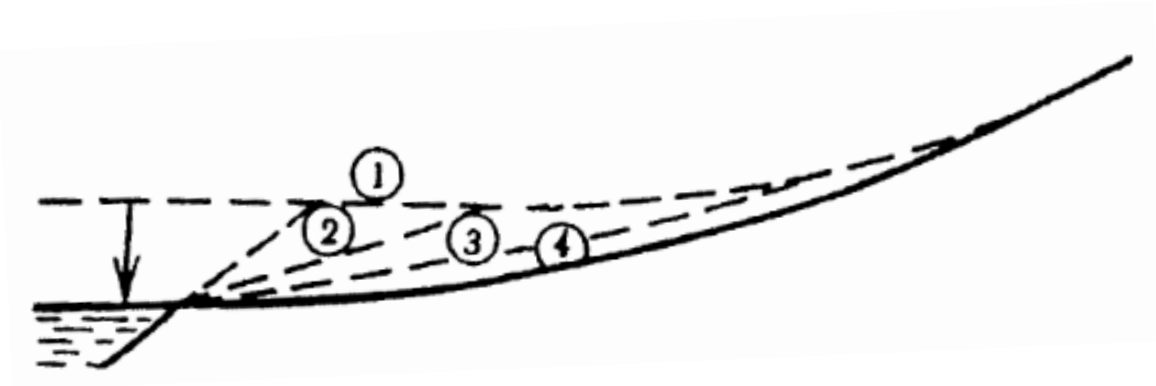
- колебания базиса эрозии;
- изменение баланса обломочного материала в данном речном бассейне и транспортирующей способности водного потока.

Определяющим может быть любой из названных факторов. При этом изменения климата имеют большее значение, т.к. являются планетарными, определяют сам факт существования водотоков, а также колебания базисов эрозии.

Механизмы формирования террас

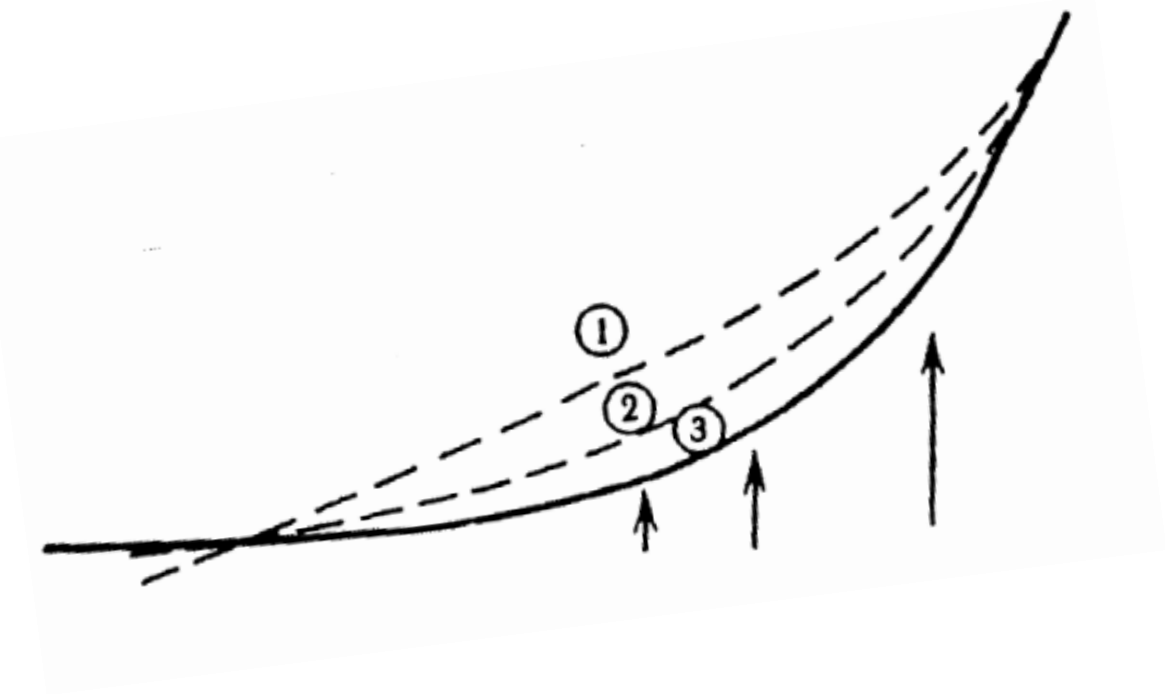


А – образование хордовой террасы вследствие врезания, вызванного увеличением расхода воды



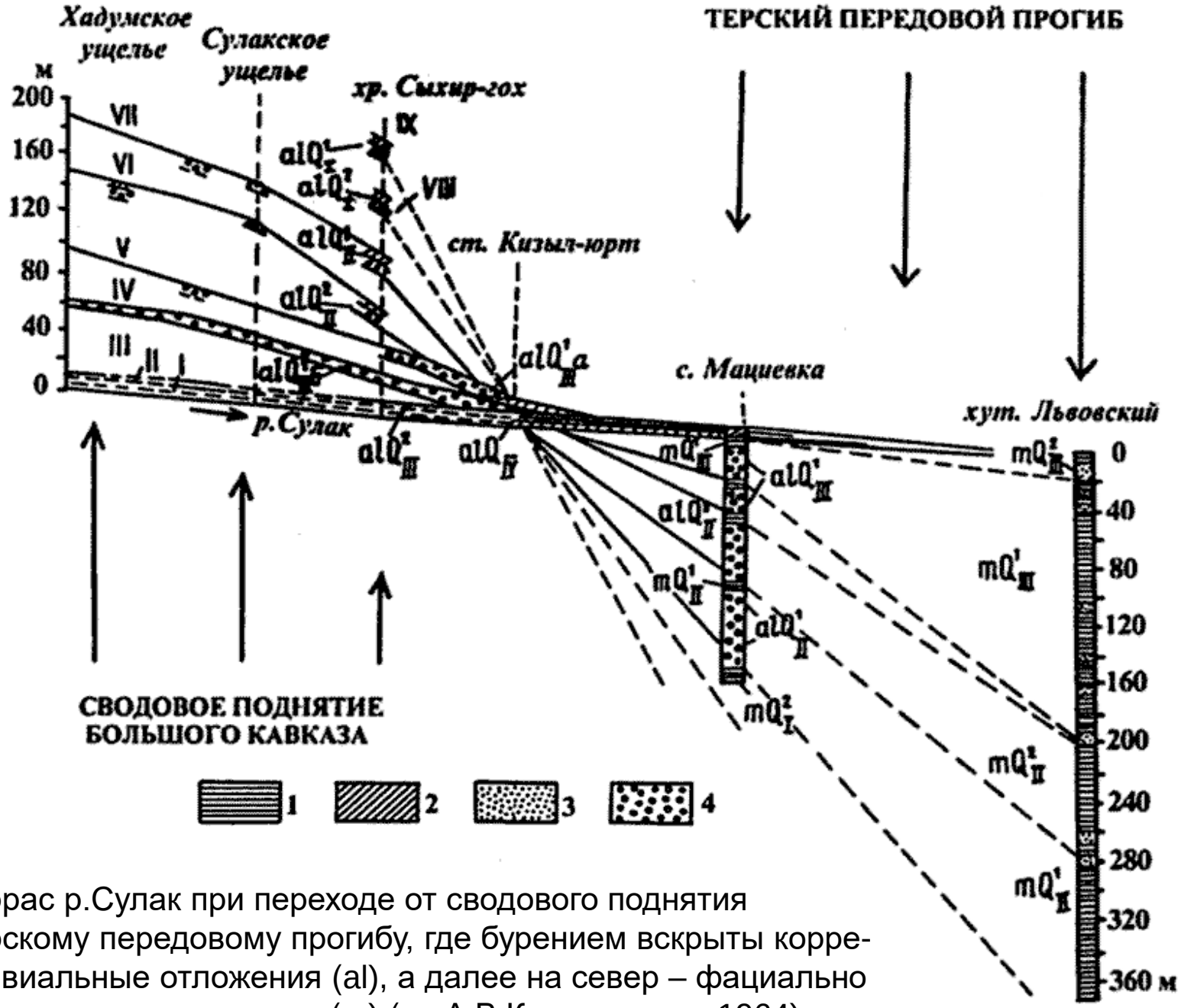
Б – образование террас при понижении базиса эрозии (стрелка показывает изменения уровня моря)

Цифрами на схемах показаны последовательные положения продольного профиля;
сплошная линия – профиль поймы; пунктирные линии – профили террас



В – образование хордовых террас в результате преимущественного поднятия верховьев речного бассейна (длина стрелок отражает разницу скоростей)

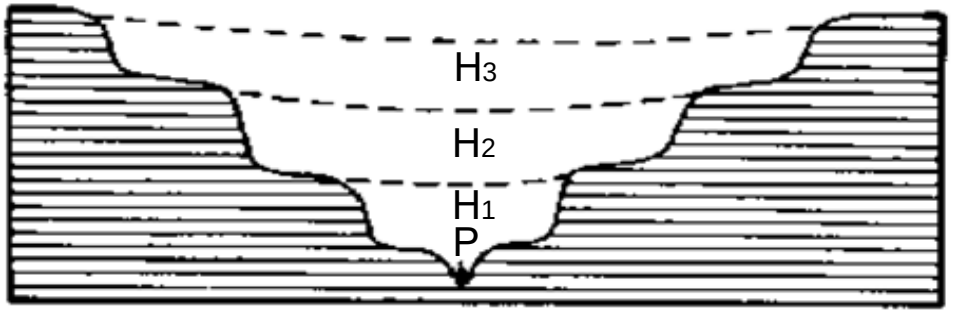
«Ножницы» террас:
1, 2, 3 - соответствующие уровни «дневных» и погребенных террас.
Стрелками показано направление тектонических движений



«Ножницы» террас р.Сулак при переходе от сводового поднятия Б.Кавказа к Терскому передовому прогибу, где бурением вскрыты коррелятивные аллювиальные отложения (al), а далее на север – фациально замещающие их морские отложения (m) (по А.В.Кожевникову, 1964)
1 – глины; 2 – суглинки, 3 – пески; 4 - галечники

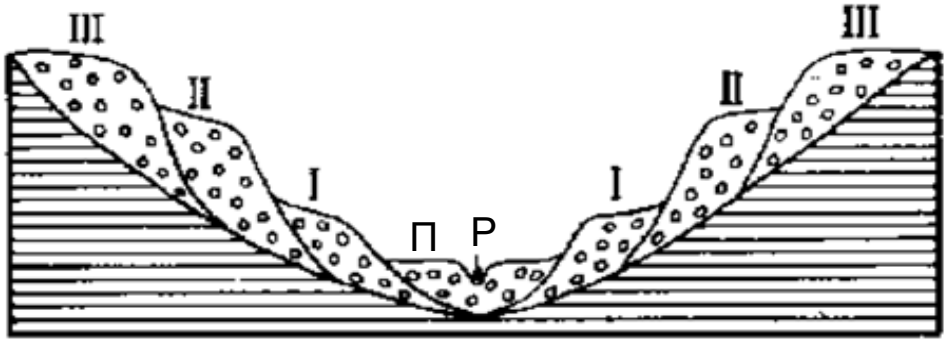
Типы речных террас по геологическому строению

А



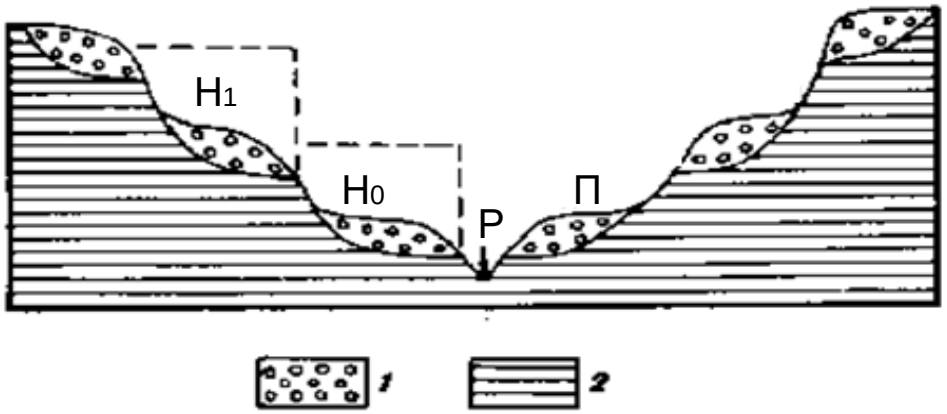
Эрозионные террасы

Б



Аккумулятивные террасы

В



Эрозионно-аккумулятивные (цокольные) террасы

По ширине распространения террасы подразделяются на:

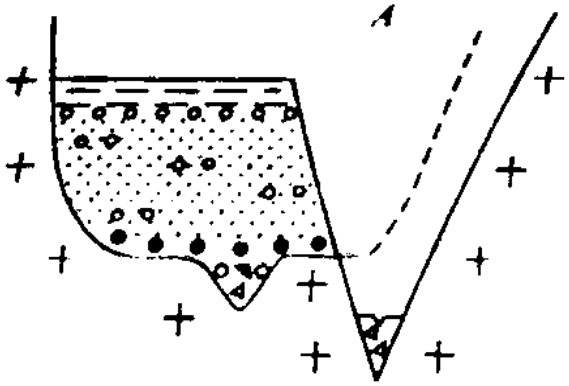
- ***цикловые*** (***региональные***) - проявлены по всей долине и отражают полный цикл изменений климата;
- ***локальные -*** развиты на отдельных участках долины под влиянием местных причин.

<u>Стадии (фазы) формирования цикловой террасы :</u>

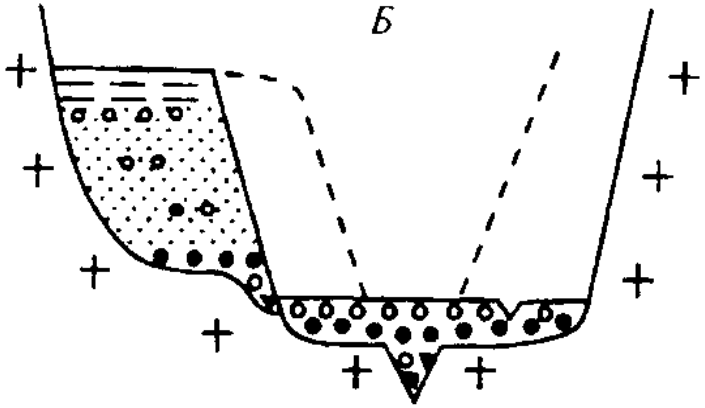
- врезание;
- расширение долины;
- аккумуляция;
- динамическое равновесие.

Переход от одной стадии к другой сопровождается изменением русловых процессов, морфологии долины и типа аллювия.

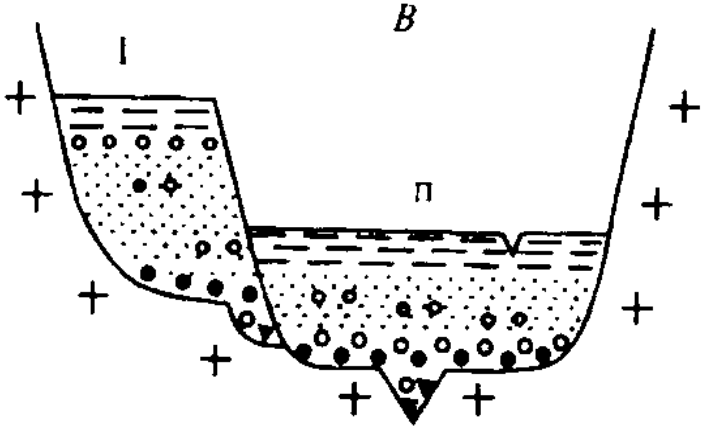
Стадии формирования речных террас



Увеличение водоносности или уклона реки → Повышение энергии потока → Врезание



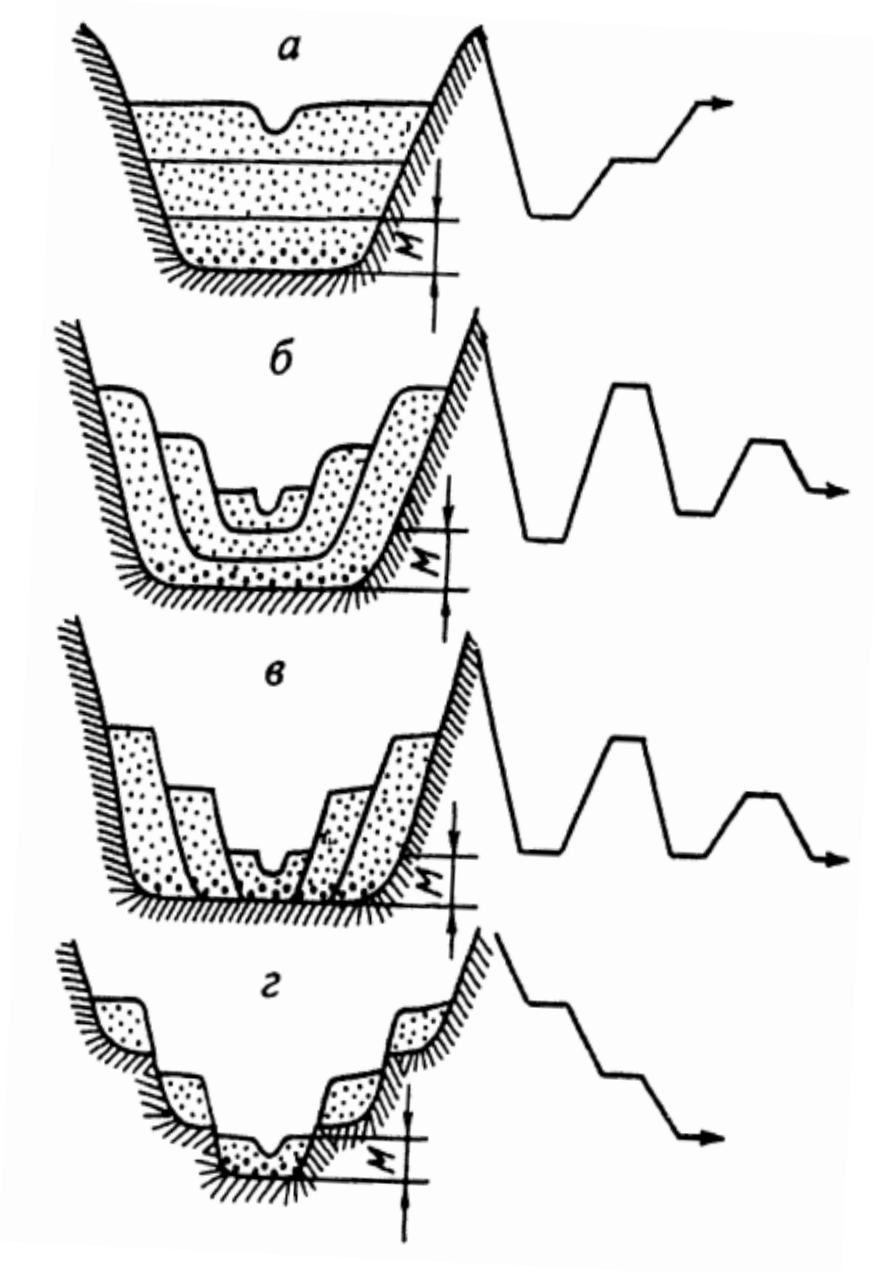
Энергия потока достаточна только для транзита материала → Расширение



Энергия потока не достаточна для транзита материала → Аккумуляция

Прекращение аккумуляции при недостаточности энергии для эрозии → Равновесие

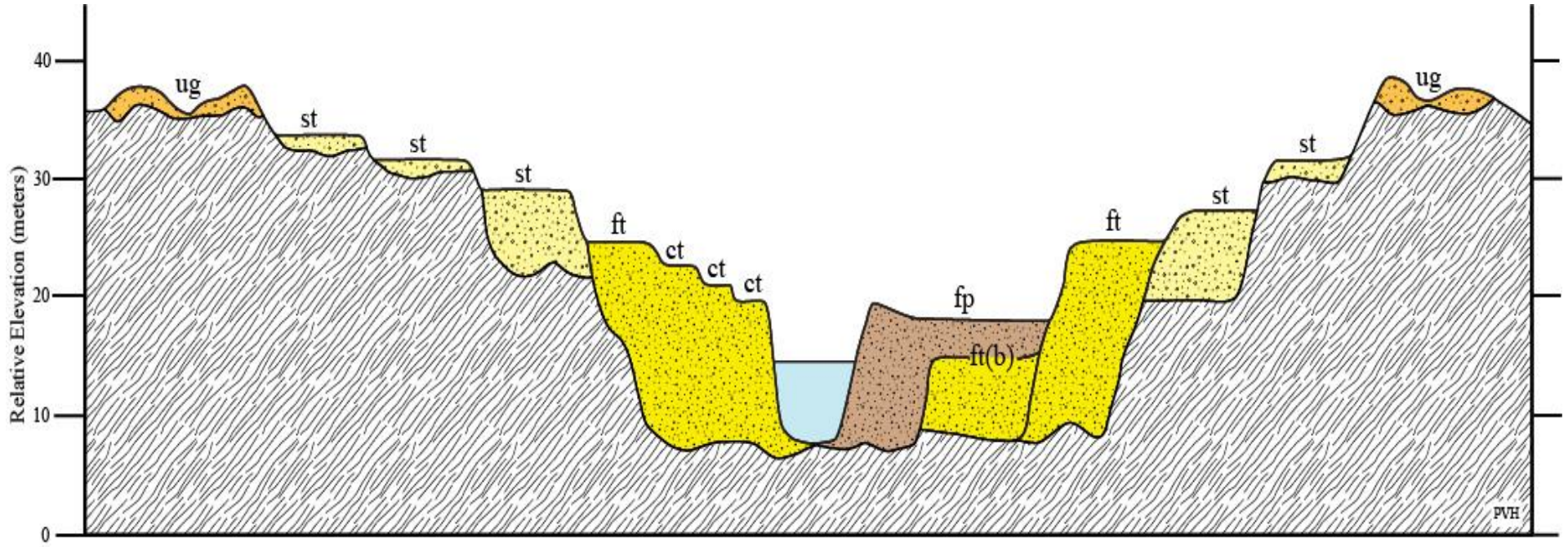
Типы соотношения речных террас и отвечающие им фазы развития долины (по А.И.Спиридонову)



Наложенные террасы (а) – образуются при преобладании аккумуляции; включают налегающие друг на друга разновозрастные аллювиальные толщи.

Вложенные (б) и прислонённые (в) террасы – образуются при чередовании эрозии и аккумуляции или сокращении нормальной мощности аллювия.

Врезанные террасы (г) – образуются при преобладании глубинной эрозии, их аллювий полностью или частично прислонён к породам цоколя более высоких террас.

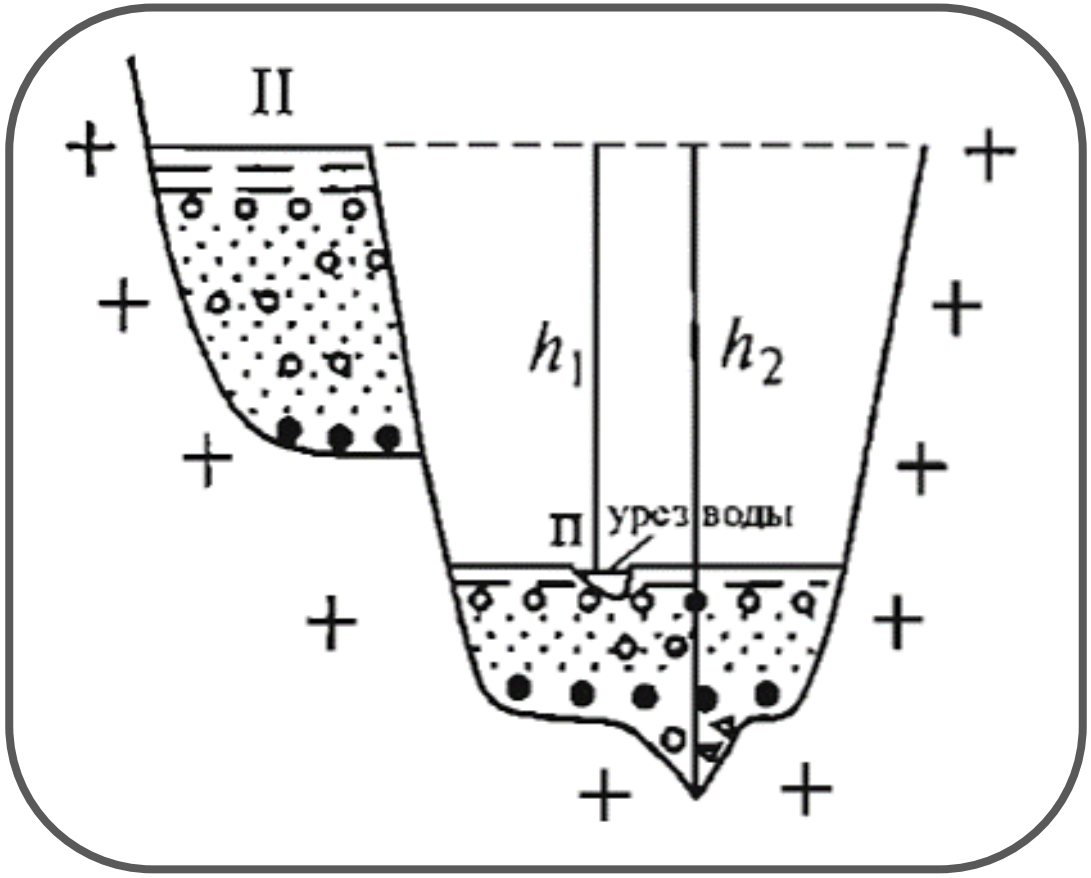


Гипотетический поперечный профиль речной долины, иллюстрирующий сложную последовательность образования террас разного типа и слагающих их аллювиальных отложений.

Обозначения:
ct – эрозионные террасы; ft – аккумулятивные террасы;
ft(b) – погребенные террасы; st – эрозионно-аккумулятивные (цокольные террасы)
ug – внедолинные галечники – остатки древней речной сети

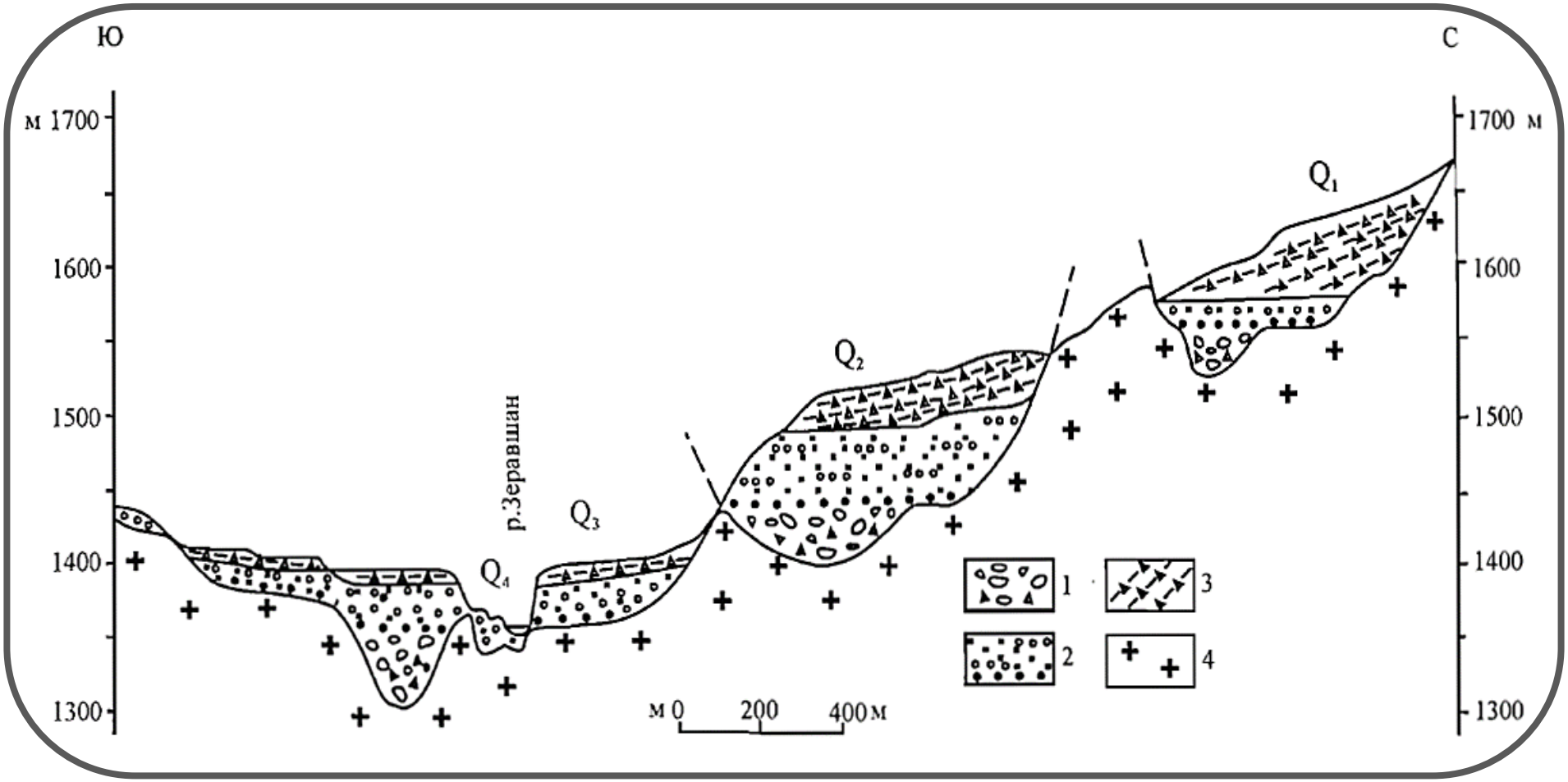
Определение глубины циклового вреза

Глубина циклового вреза прямо пропорциональна амплитуде тектонических движений за время эрозионного цикла.



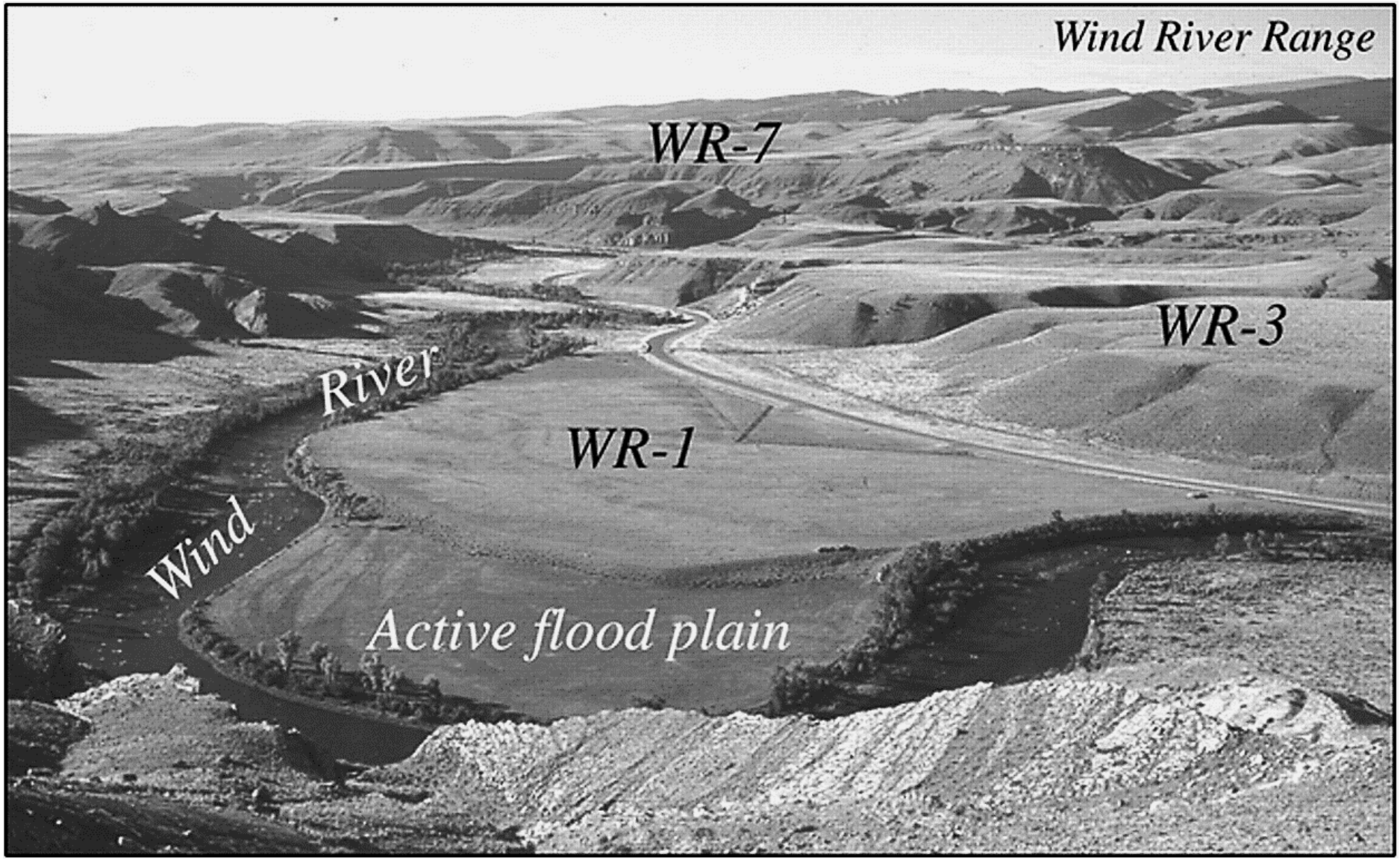
h_1 – высота уступа террасы

h_2 – глубина эрозионного вреза = $\Sigma(h_1 + m_{al})$

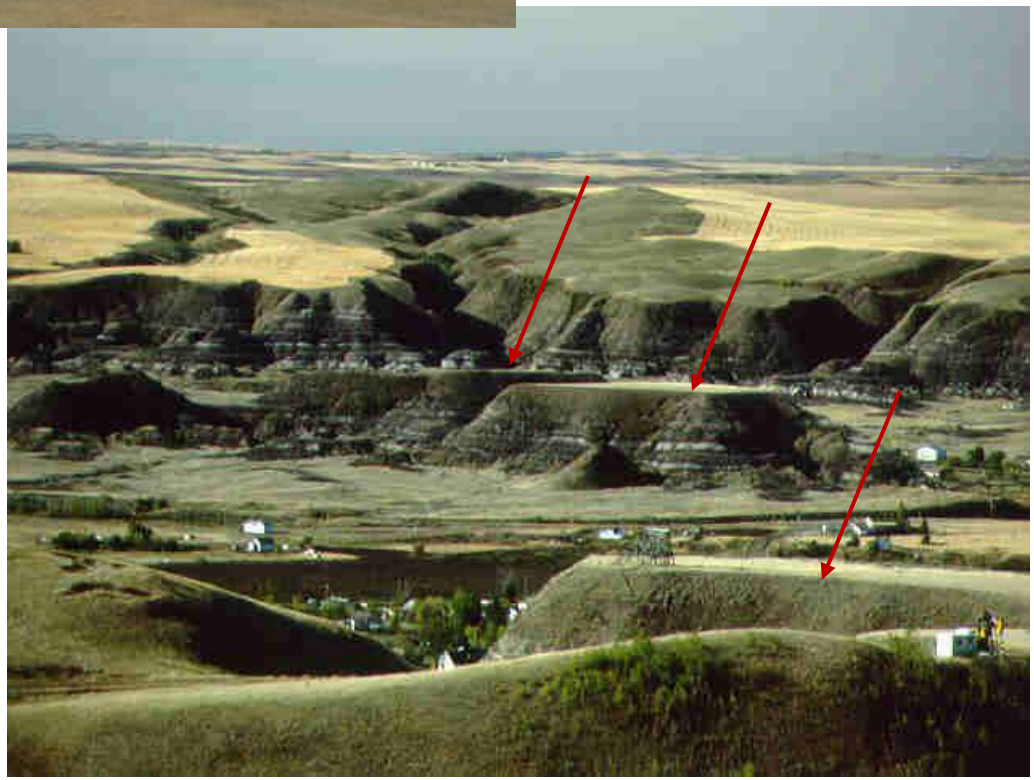


Разновозрастные долины р.Зеравшан (Юж.Тянь-Шань), сохранившиеся на одном ее склоне в результате смещения русла (по Макарова, Суханова, 2009)
Аллювий: 1 – инстративный; 2 – субстративный, констративный и перстративный; 3 – покровные образования; 4 – коренные породы

Речные террасы в Глен Рой, Шотландия


Wind River Range
WR-7
WR-3
River
WR-1
Wind
Active flood plain

Долина р.Чуя, Горный Алтай



Древние эродированные террасы

Слоистость аллювиальных отложений.
Долина р.Эскаланте, шт.Юта

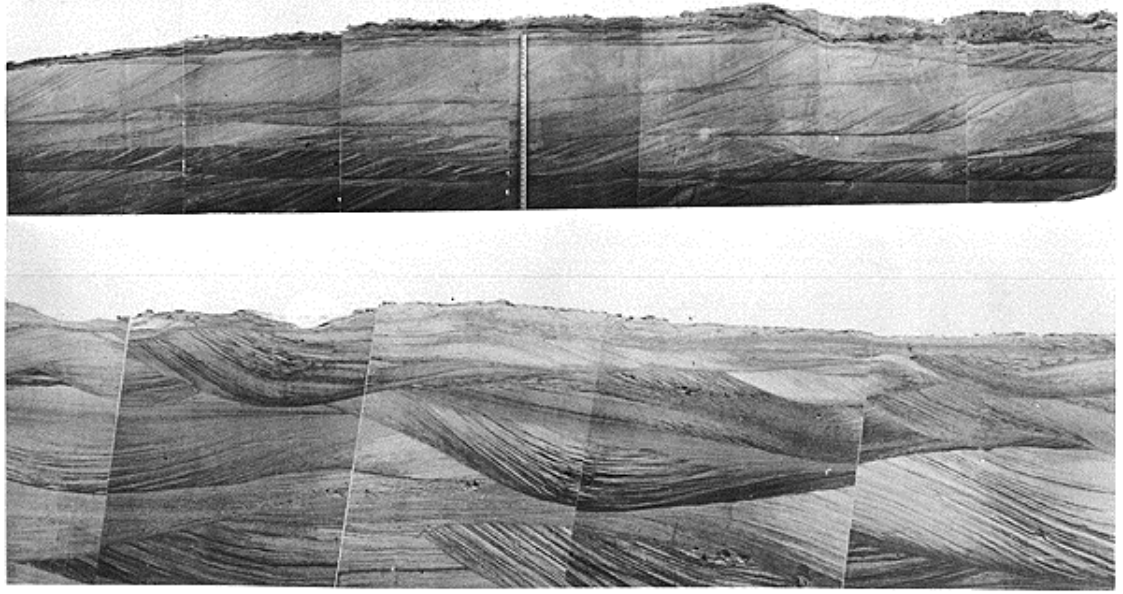


Fig. 10 - Giant ripple bedded (festoon) point bar sands, Brazos River. The scale is indicated by the meter stick in the upper photograph. The upper is a dip section and the lower is a strike section.

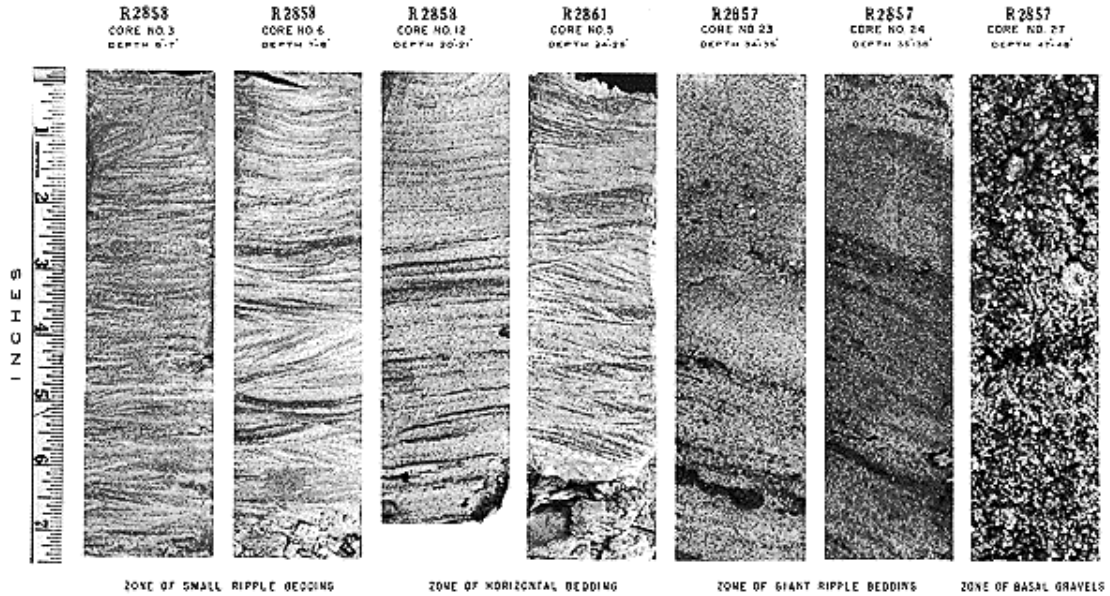


Fig. 12 - Cores representing the sequence of Brazos point bar sediments near Richmond, Texas. Migration of the meander loop and the depositional areas towards the undercut bank during the past 150 years permitted the natural development of an offlap sequence consisting of progressively coarser zones from top to bottom, of small-ripple, "horizontally," giant-ripple, and poorly bedded deposits. (Reprinted from EPR Memorandum Report 25, *Sedimentary Features Diagnostic of Alluvial Point Bar Sands*, by H. A. Bernard, and C. F. Major.)

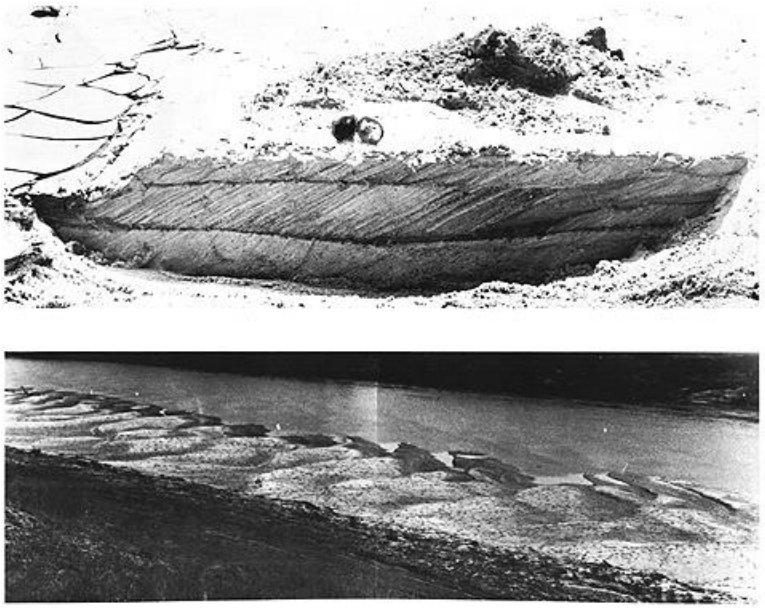
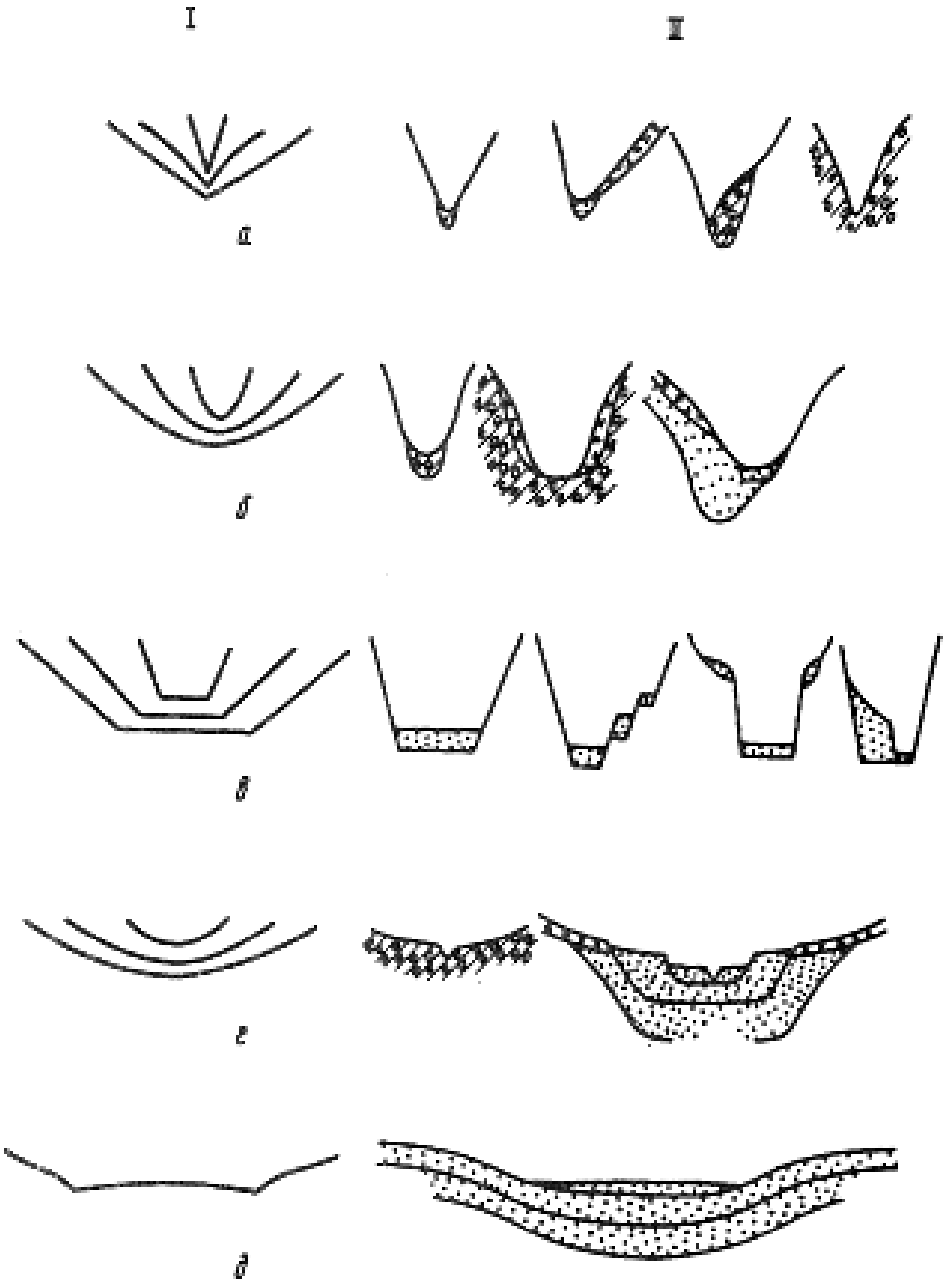


Fig. 9 - Giant ripples and giant ripple bedded (planar) point bar sands, Brazos River, Texas.

Морфологические типы долин



I – типы поперечного профиля:

а – треугольный (V-образный),

б – параболический (U-образный),

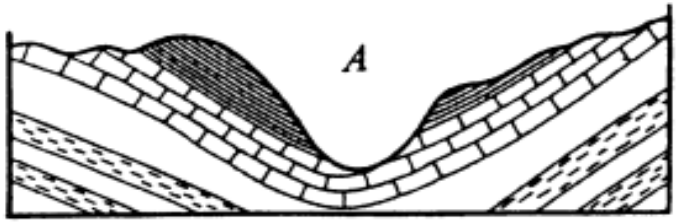
в – трапециевидный,

г – желобовидный,

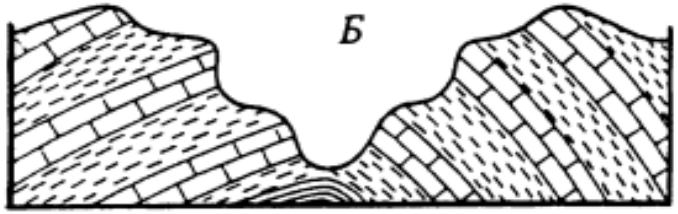
д – планиморфный;

II – варианты строения поперечного профиля:
1 – аллювий, 2 – морена,
3 – склоновые отложения.

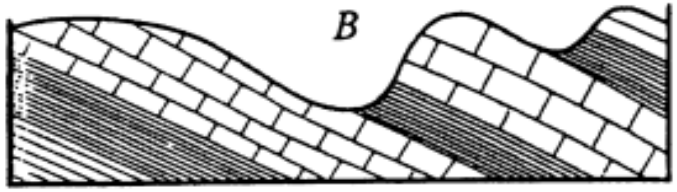
Тектонические типы долин (по И.С. Щукину):



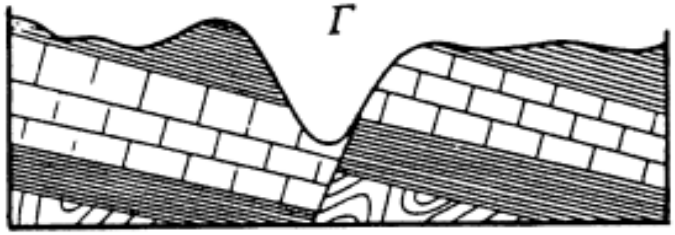
А - синклинальная долина



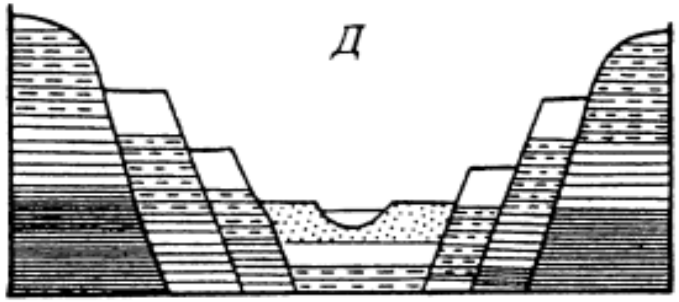
Б - антиклинальная долина



В - моноклинальная долина

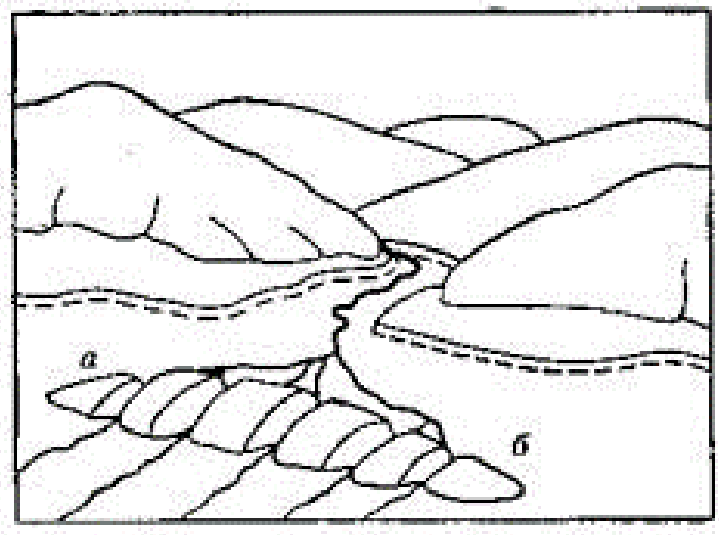


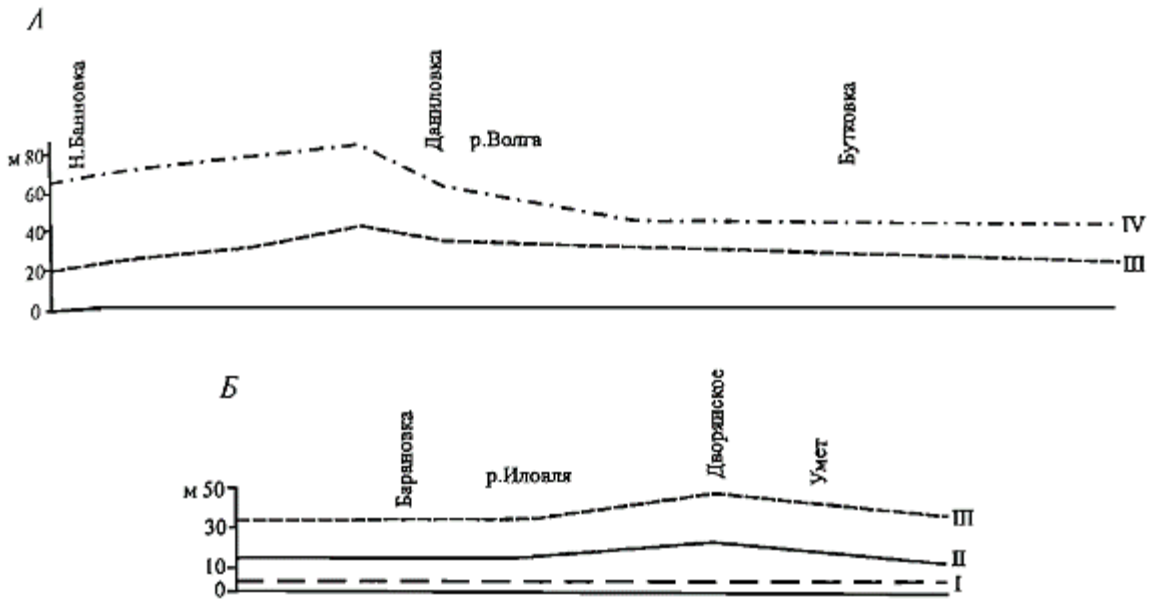
Г – приразломная долина



Д - долина-грабен

Антецедентные долины

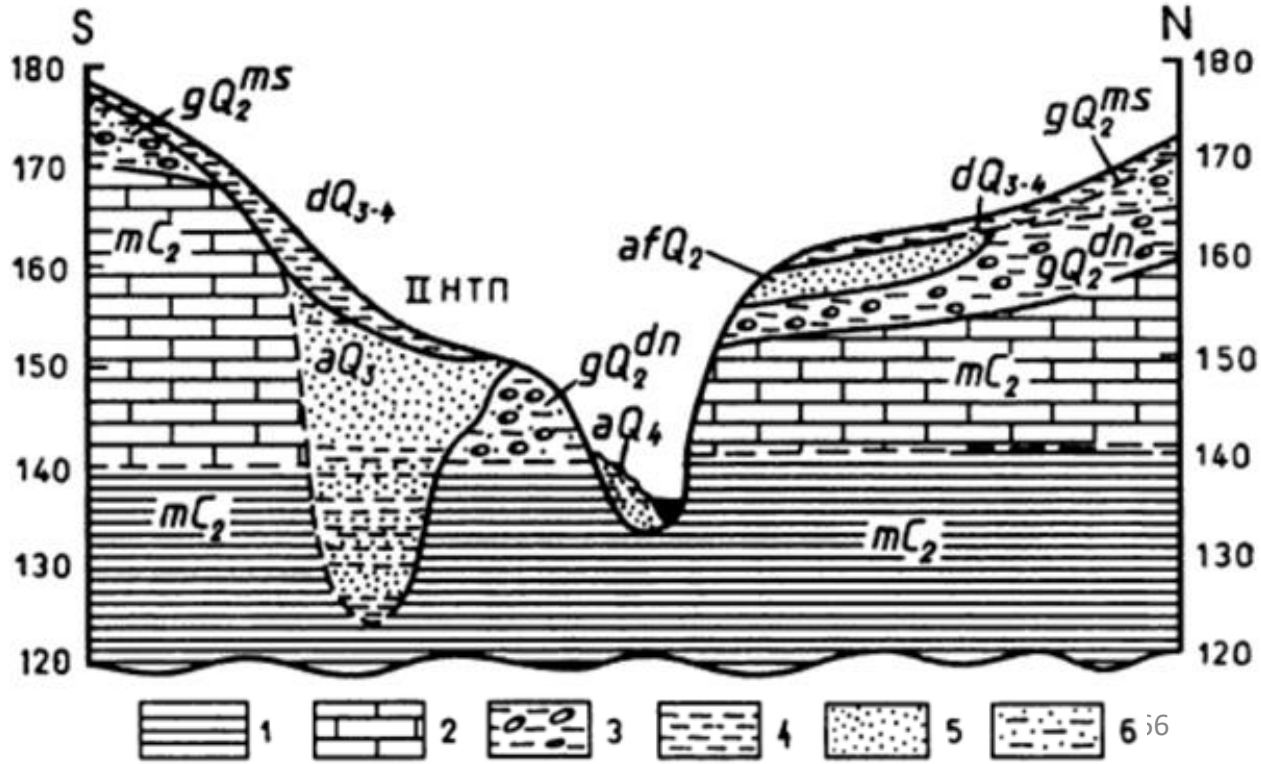




Продольные профили террас (I-IV), иллюстрирующие их деформации. Антиклинальный изгиб и увеличение высоты террас в долине рек Волги (А) и Иловли (Б) при пересечении новейших поднятий (Среднее Поволжье).
(по А.В.Цыганкову и А.М.Алешину)

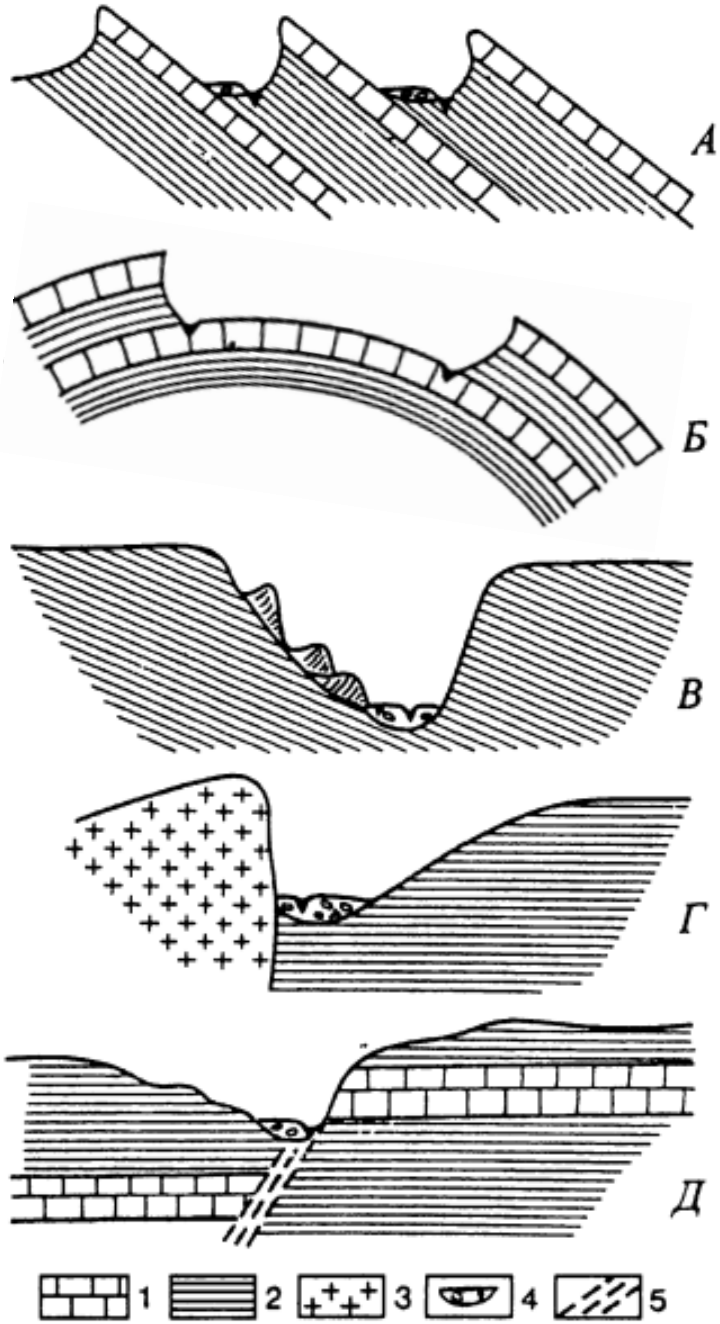
Эпигенетические долины

Эпигенетический участок долины горной реки, врезанный в коренные породы



Погребенная долина реки (на примере р.Протва):
1 – глина; 2 – известняк; 3 – морена; 4 суглинок; 5 – песок; 6 – переслаивание песка и суглинка

Асимметрия долин



Асимметрия долин, обусловленная неоднородностью субстрата и геологической структуры:

А – моноклинальные долины,

Б – долины на крыльях антиклиналей

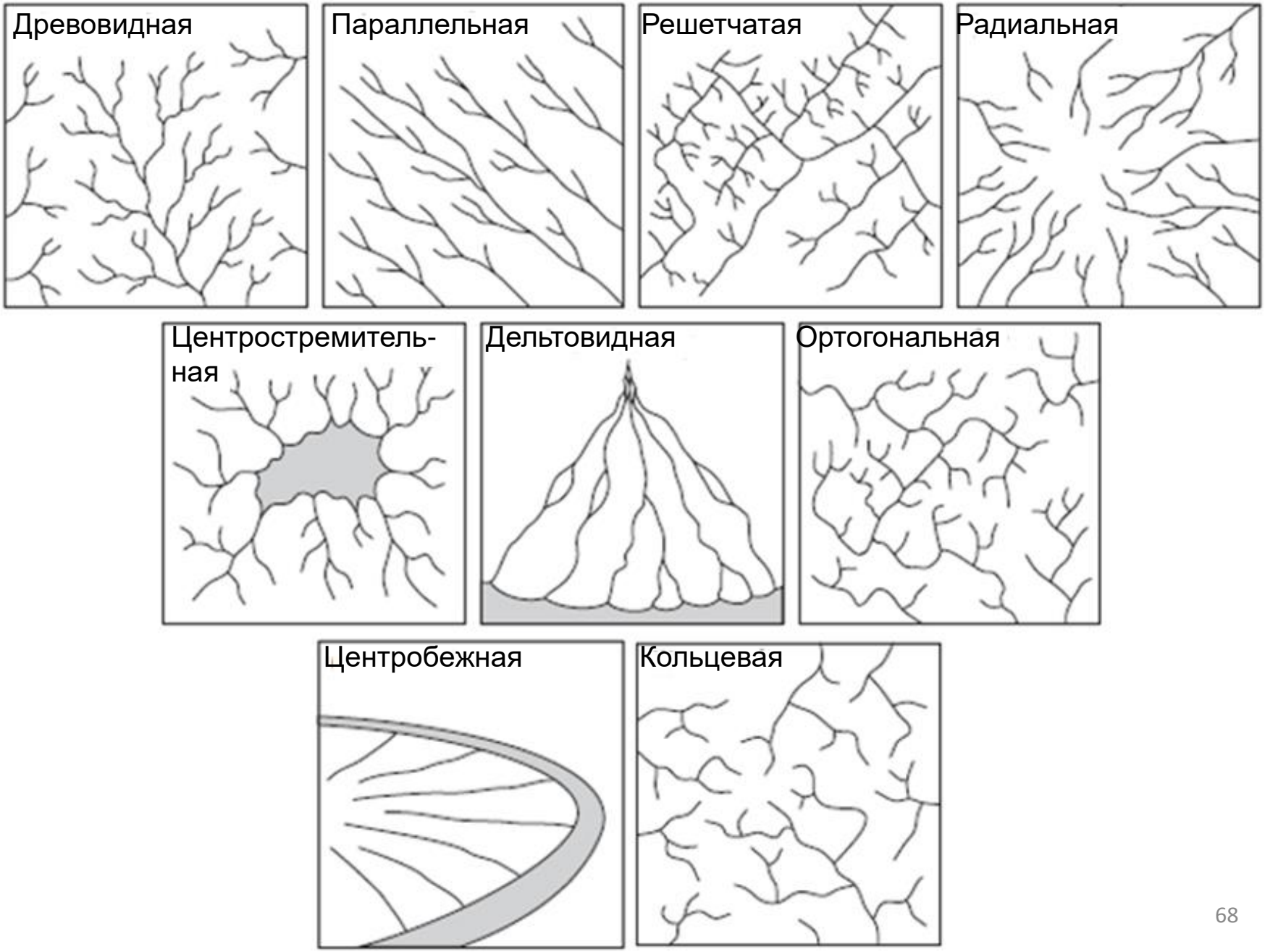
В – долины в моноклинально залегающих однородных породах

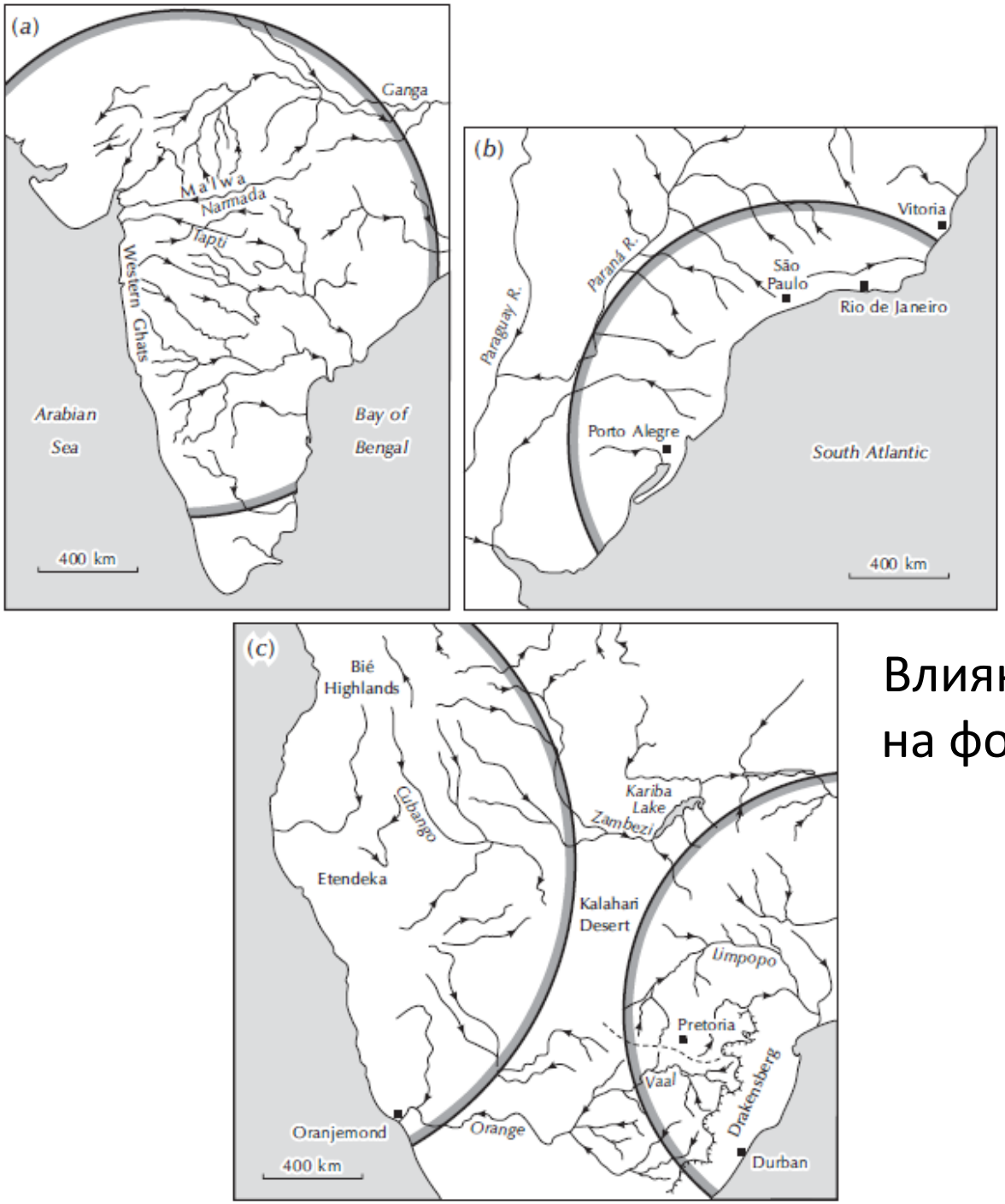
Г – долины по контакту гранитной интрузии с осадочными породами,

Д – приразломные долины при выводе на дневную поверхность пород различной стойкости.

1 – известняки; 2 – глины; 3 – граниты; 4 – аллювий, 5 – зона размыва

Типизация долинных систем по рисунку в плане





Влияние мантийных плюмов на форму дренажных систем