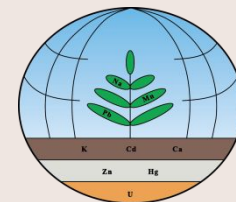


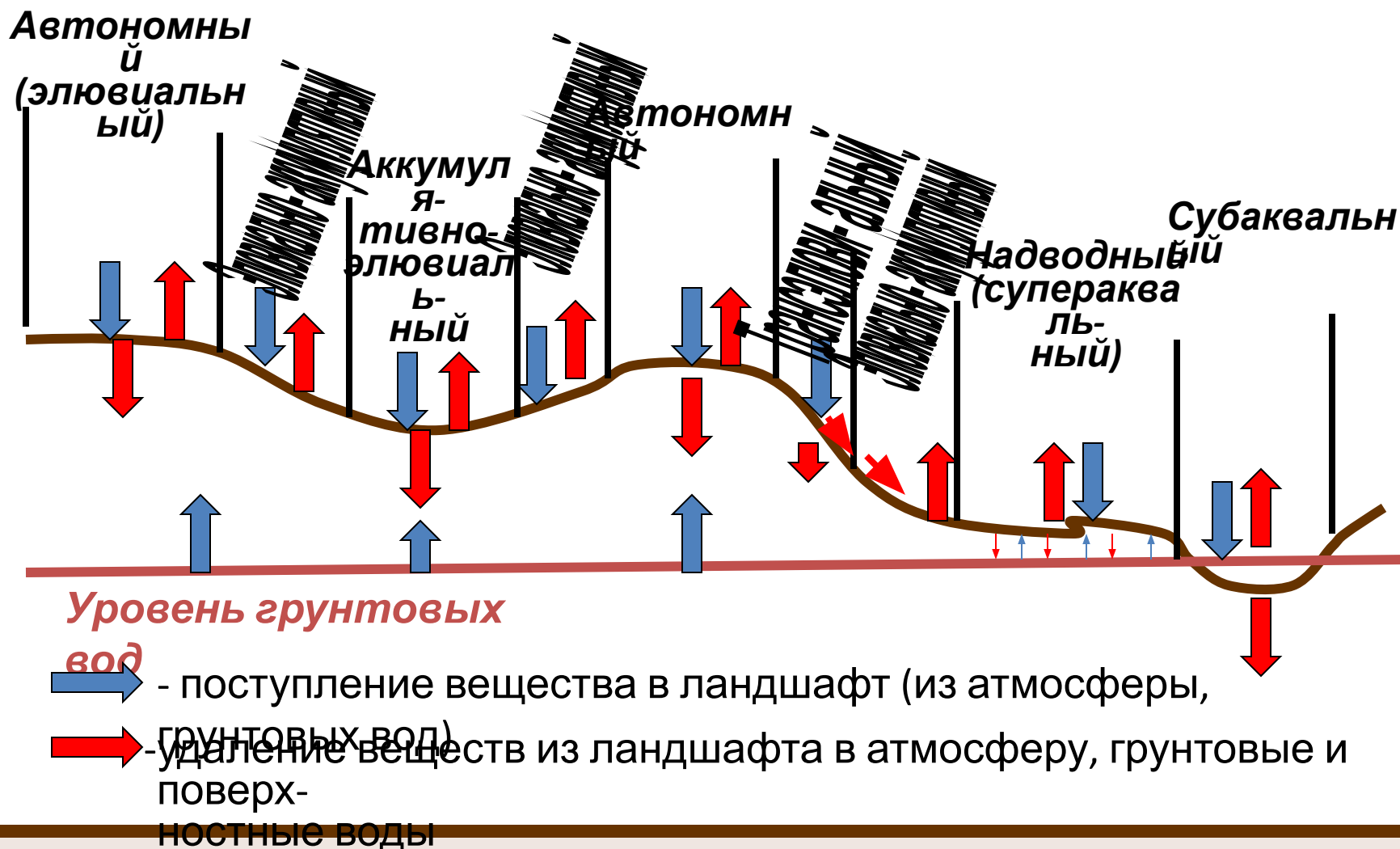


Ландшафтно-геохимические системы

I. Элементарные ландшафтно-геохимические системы

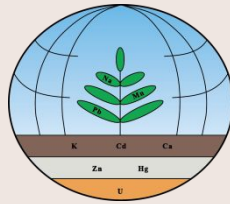


Элементарный ландшафт в своем типичном проявлении должен представлять один определенный тип рельефа, сложенный одной породой или наносом и покрытый в каждый момент своего существования определенным растительным сообществом. Все эти условия создают определенную разность почвы и свидетельствуют об одинаковом на протяжении элементарного ландшафта развитии взаимодействия между горными породами и организмами (по Б.Б. Польшову).

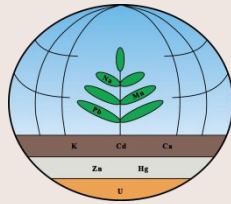


Основные типы элементарных ландшафтов

Радиальная структура ландшафта



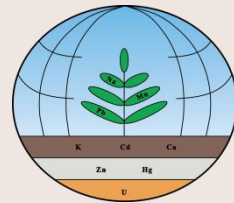
- A_x , B_x – коэффициенты биологического и биогеохимического поглощения;
- R – коэффициент радиальной дифференциации:
$$R = C_i \text{ горизонт} / C_i \text{ порода}$$



Биогеохимические коэффициенты

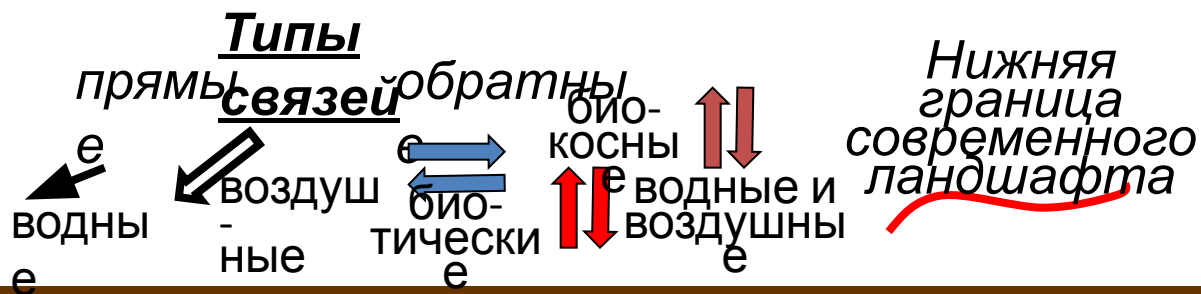
- $A_x = l_x / n_x$ - коэффициент биологического поглощения (А. И. Перельман)
- l_x - содержание элемента x в золе растения;
- n_x - в горной породе или почве.
- $B_x = a_x / m_x$ - коэффициент биогеохимической подвижности (Н.С. Касимов)
- a_x - содержание элемента x в сухом веществе
- растений;
- m_x - содержание подвижных форм элемента x в почве.

II. Каскадные ландшафтно-геохимические системы

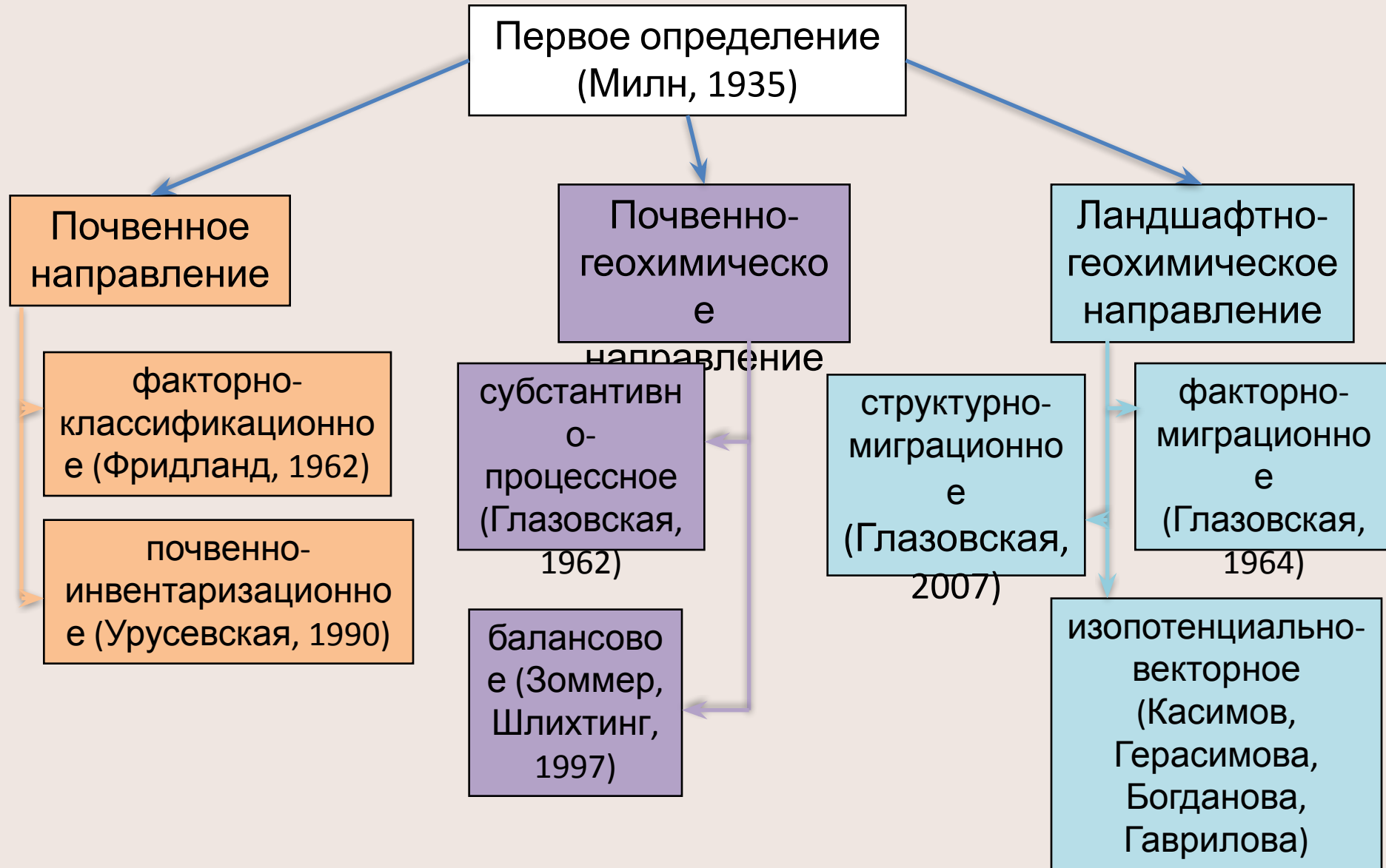
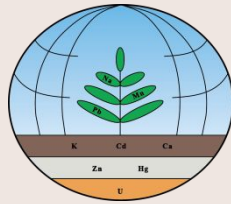


- **Геохимический ландшафт** – это парагенетическая ассоциация сопряженных элементарных ландшафтов, связанных между собой миграцией элементов
(по А.И.Перельману).
- **Каскадные ландшафтно-геохимические системы (КЛГС)** – это такие парагенетические ассоциации ЭЛГС, целостность которых определяется потоками вещества, энергии и информации от верхних гипсометрических уровней рельефа к нижним
(по М.А. Глазовской).

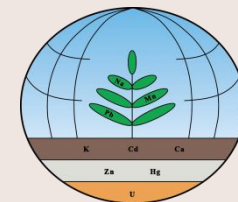
ГЕОХИМИЧЕСКИЙ ЛАНДШАФТ



Направления развития катенарной концепции



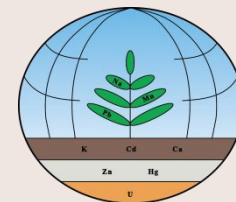
Катена как форма организации элементарных ландшафтно-геохимических систем



- Парадигма Милна-Полынова о катенарной сопряженности почв и ландшафтов

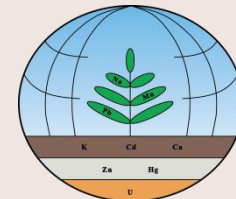


Закон пространственной геохимической сопряженности ландшафтов Полынова:



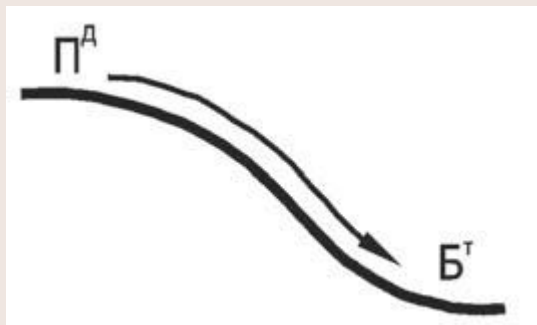
**Потоки вещества в ландшафтах
имеют системообразующее значение
и определяют их геохимическую
структуру.**

Почвенное направление катенарной концепции



факторно-классификационное (Фридланд, 1962)

почвенно-инвентаризационное (Урусевская, 1990)

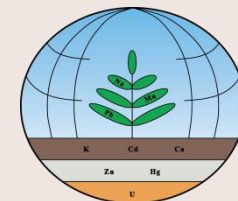


Смена почв по мезорельефу – сочетания или вариации

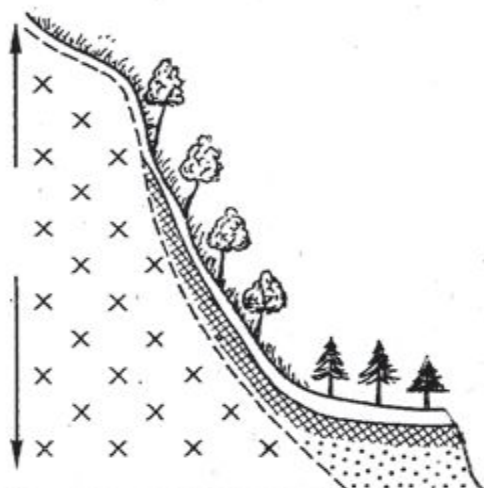
Почвообразующие породы	Тип рельефа				
	водноледниково-озерные и аллювиально-зандровые равнины	моренные, конечно-моренные равнины	моренно-цокольные равнины	гляциально-цокольные равнины	подгорные равнины
<i>Б Подзона глееподзолистых и подзолистых иллювиально-гумусовых почв северной тайги</i>					
Песчано-супесчаные		—			—
Суглинистые	—		—		
Двучленные	—		—	—	—
Двучленные с близким залеганием карбонатных пород	—		—	—	—

Почвенные катены Нечерноземной зоны РФ

Почвенно-геохимическое направление катенарной концепции



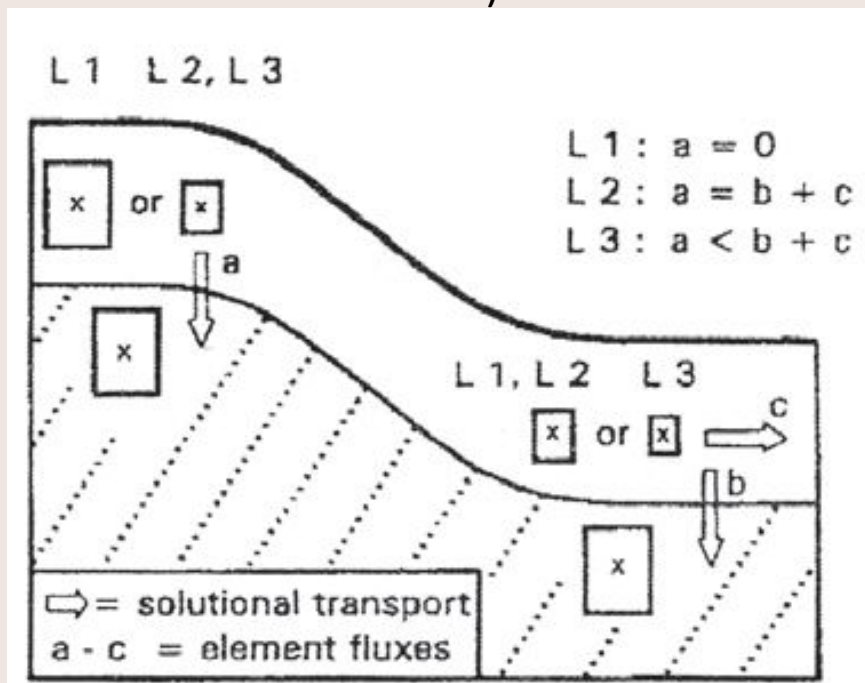
субстантивно-процессное
(Глазовская, 1962)



A_2, cm	3	3	6
B_h, cm	0	30	50
Гумус, % в B_2	0	5,0	3,8
Fe_2O_3 , % в B_h	0	8,8	12,3
Al_2O_3 , % в B_h	0	19,6	19,3
Почвы	1	2	3

Почвенно-геохимические

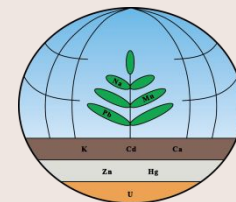
балансовое (Зоммер, Шлихтинг,
1997)



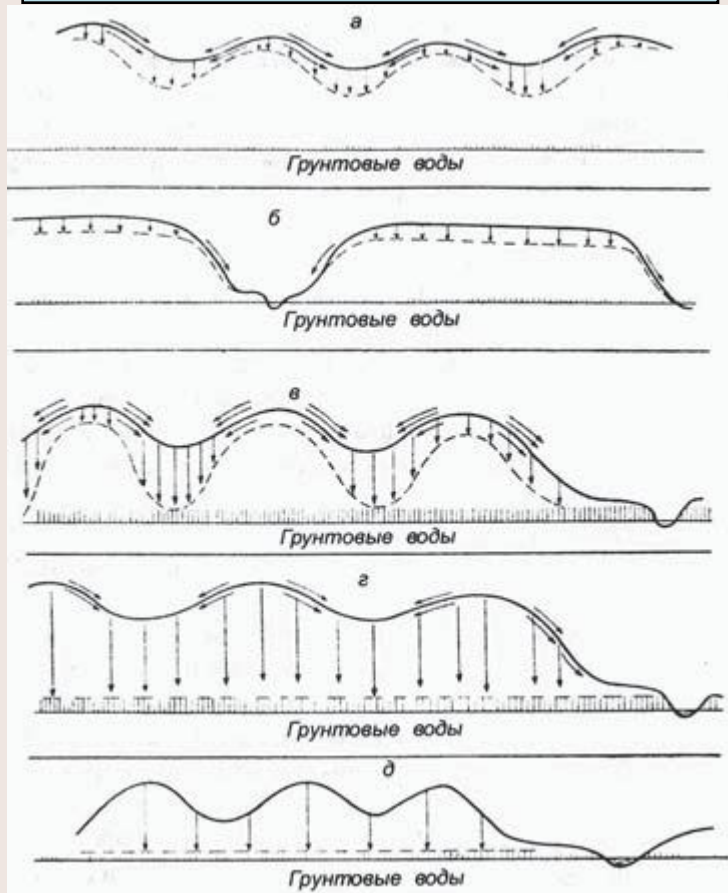
Концептуальная балансовая модель
выноса и накопления элементов (a,
b,c)

в почвах. Разные объемы (x)
элементов определяют типы катен
выщелачивания (L1, L2, L3) при
миграциях в растворах

Ландшафтно-геохимическое направление катенарной концепции

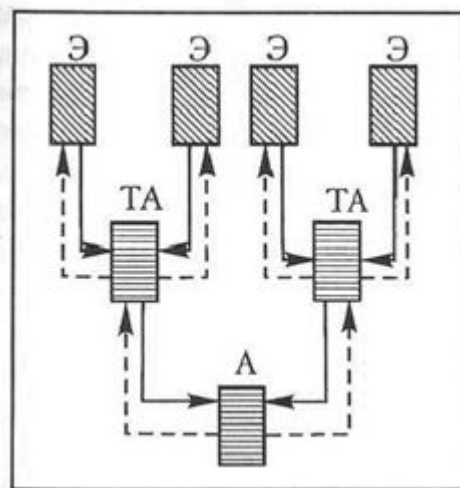


структурно-миграционное
(Глазовская, 2007)



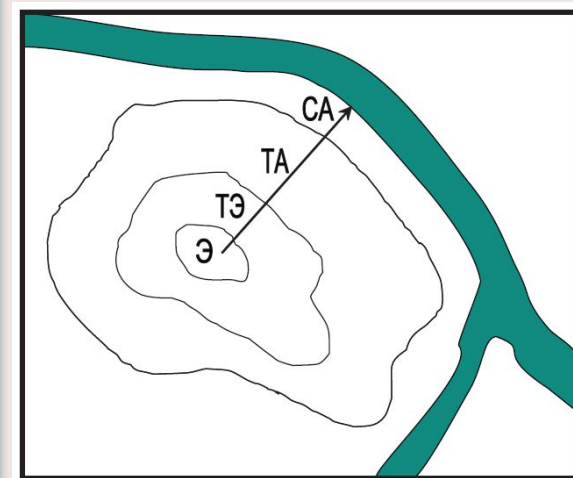
Типы геохимических
сопряжений автономных и
подчиненных элементарных

факторно-
миграционное
(Глазовская, 1964)



Каскадная
ландшафтно-
геохимическая
система

изопотенциально-
векторное
(Касимов, Герасимова,
Богданова, Гаврилова)

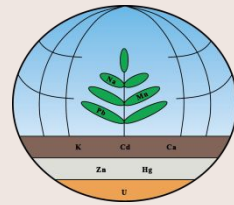


Миграционные
потoki в системе
элементарных
ландшафтов



Принципы географо-геохимической систематики почвенно-геохимических катен

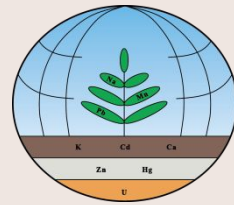
I. Почвенные катены Нечерноземной зоны (Урусевская , 1990)



Группировка катен:

- 1) состав компонентов почвенного покрова в зависимости от литологии пород и генетического типа рельефа;
- 2) закономерности смены почв по мезорельефу с отражением положения гидроморфных почв (автономное или подчиненное);
- 3) главные факторы дифференциации почв в катене: специфика пород, эрозионные процессы, увлажнение, глубина грунтовых вод, перераспределение поверхностных вод.

Группировка почвенных катен Нечерноземной зоны



- **Класс и подкласс** – главные факторы дифференциации почв в катенах;
- **Группа** – положение почв в геохимическом ландшафте;
- **Тип** – состав компонентов почвенного покрова;
- **Разновидность** – гранулометрический состав почвообразующей породы;
- **Разряд** – генетический тип рельефа.

Класс	Подкласс	Группа	Тип	Разновид- ность	Разряд
Увлажненно- литогенно- дифферен- цированные	Поверх- ностно- увлажнен- ные	Автономно- гидромор- фные	<i>Болотно- глеепод- золисто- контактно- глееватые</i>	Двучленные	Моренные
			<i>Болотно- подзоли- сто- контактно- глееватые</i>		Моренно- цокольные
		Автономно- полугидро- морфные	<i>Полуболот но-под- золисто- контактно- глееватые</i>		Алювиально- зандровые и моренные
	Поверх- ностно- и грунтово- увлажнен- ные	Подчинен- но- гидроморфн ые	<i>Буроземно- подзолисто- болотные</i>	Песчано- глинистые	Гляциально- цокольные (средние и кислые породы)
		Подчинен- но- полугидро- морфные	<i>Подбуро- буроземно- дерново- глеевые</i>	Песчано- супесчаные	Гляциально- цокольные (основные породы)

	Тип рельефа				
Почвообразующие породы	водно-ледниково-озерные и дилuviально-зандровые равнины	моренные, конечно-моренные равнины	моренно-цокольные равнины	гляциально-цокольные равнины	подгорные равнины
<u>Б Подзона глееподзолистых и подзолистых иллювиально-гумусовых почв северной тайги</u>					
Песчано-супесчаные		—			—
Суглинистые	—		—		
Двучленные	—		—	—	—
Двучленные с близким залеганием карбонатных пород	—		—	—	—

Почвообра- зующие породы	Тип рельефа				
	водно-ледниково- озерные и аллюви- ально-зандровые равнины	моренные, конечно- моренные равнины	моренно-цоколь- ные равнины	гляциально- цокольные равнины	подгорные равнины

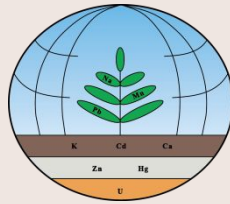
В Подзона подзолистых почв средней тайги

Песчано- супесчаные		—			—
Суглинистые (в том числе карбонатные)	—		—		
Двучленные				—	—
Двучленные с близким залеганием карбонатных пород	—		—	—	—
Песчано-глини- стые с близким залеганием изверженных пород	—	—	—		—

II. Географо-геохимическая систематика катен

<i>Таксономическая единица</i>	<i>Критерии выделения</i>
Группа	Принадлежность к ландшафтной зоне
Подгруппа	Сочетания автономных и подчиненных ландшафтов в пределах каждой группы
Разряд	Положение в речном бассейне (автохтонное, аллохтонное, порядок бассейна)
Тип	Монолитность или гетеролитность
Подтип	Литогеохимические особенности почвообразующих пород в пределах типа
Семейство	Миграционная структура, обусловленная строением рельефа, литологией, характером поверхностного, внутрипочвенного и грунтового стока
Класс	Дифференциация щелочно-кислотных и окислительно-восстановительных условий в системе: автономный ландшафт-подчиненный ландшафт
Род	Степень геохимической контрастности катен
Вид	Соотношение литогеохимической и латерально-миграционной дифференциации вещества (сопряженное, конвергентное, дивергентное)
Разновидность	Характер распределения химических элементов по катене (транзитно-аккумулятивный, аккумулятивно-элювиальный и т.д.)

ГРУППА



**- принадлежность к
ландшафтной зоне**

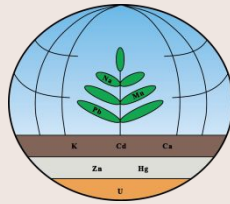
ПОДГРУППА

**- сочетания автономных и
подчиненных
ландшафтов в пределах каждой
группы**

Подгруппы почвенно-геохимических катен

Подгруппы катен	<i>Условия миграции</i>	
	автономные	подчиненные
	Почвы	
Горно–лесная (лес→лес)	Лесные, кислые и слабокислые окислительные с дерново-подзолистыми и серыми лесными почвами	Лесные, луговые, слабокислые и нейтральные, окислительные и восстановительные с солодами, торфяно-глеевыми и луговыми почвами
Лесостепная (лес→степь)	Лесные слабокислые и нейтральные окислительные с серыми лесными почвами, выщелоченными и оподзоленными черноземами	Луговые и степные, нейтральные и щелочные, окислительные и восстановительные с луговыми солодами, торфянисто-глеевыми и луговыми почвами
Колочно-долинная и колочно-западинная (степь→лес)	Степные, щелочные окислительные с черноземами	Лесные и лугово-болотные, слабокислые и нейтральные, восстановительные с глеевыми солодами и лугово-болотными почвами
Степная и сухостепная (степь→степь)	Степные и сухостепные, нейтральные и щелочные, окислительные с черноземными и каштановыми почвами	Степные и лугово-степные, щелочные окислительные и восстановительные с лугово-каштановыми и луговыми почвами, солонцами

РАЗРЯД

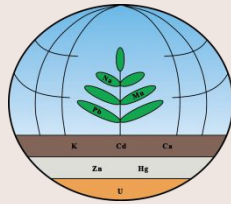


- **АВТОХТОННЫЙ**

- **АЛЛОХТОННЫ
Й**

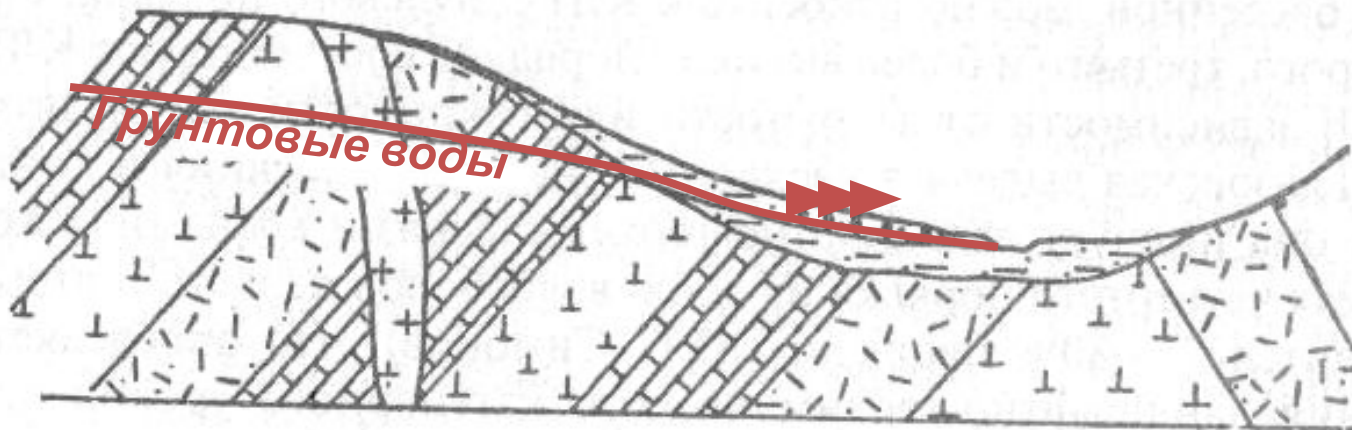
ТИП

Монолитные и гетеролитные катены

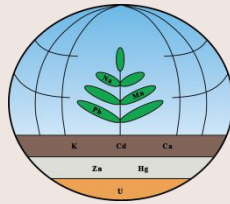


Монолитный ландшафт
гранитного массива

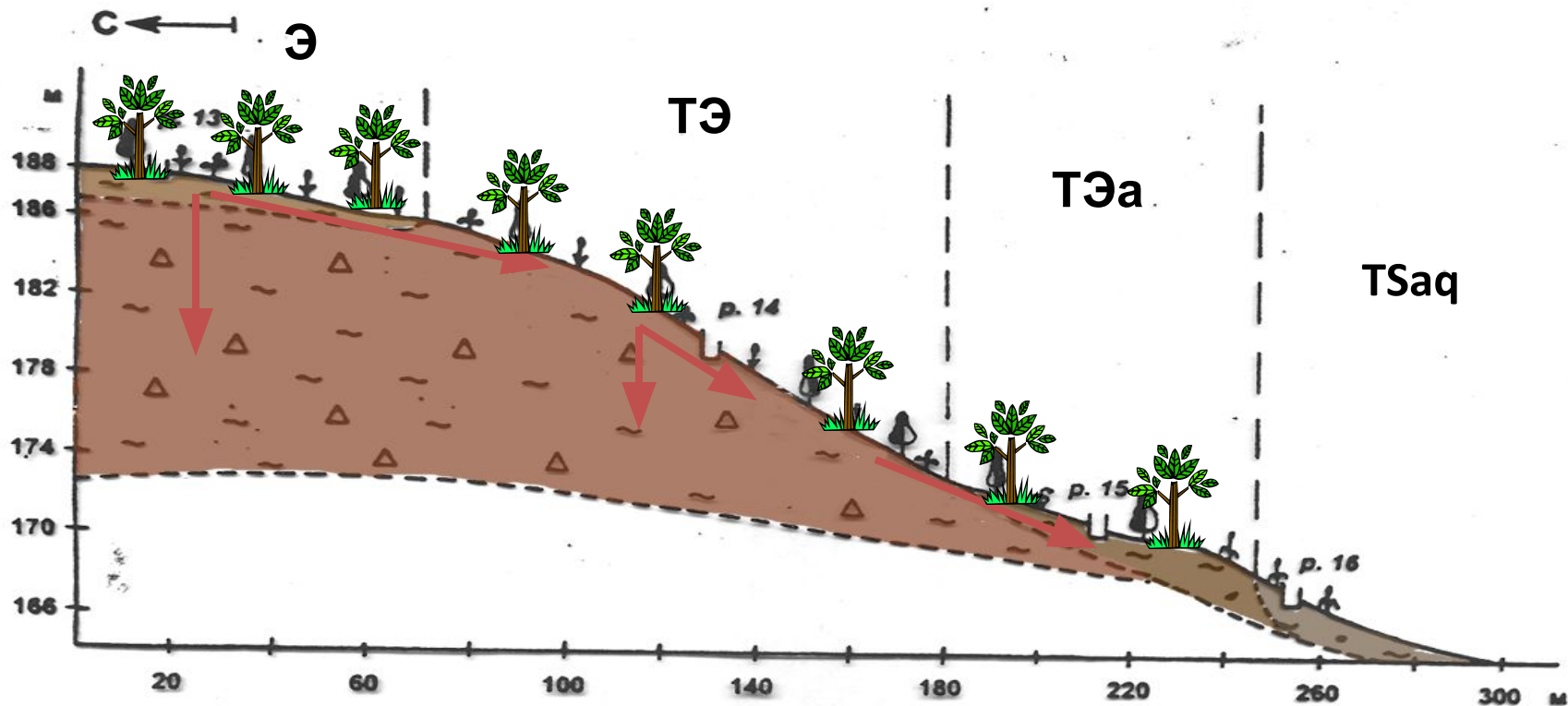
Гетеролитный ландшафт массива,
сложенного вулканогенно-осадочной толщей



ПОДТИП

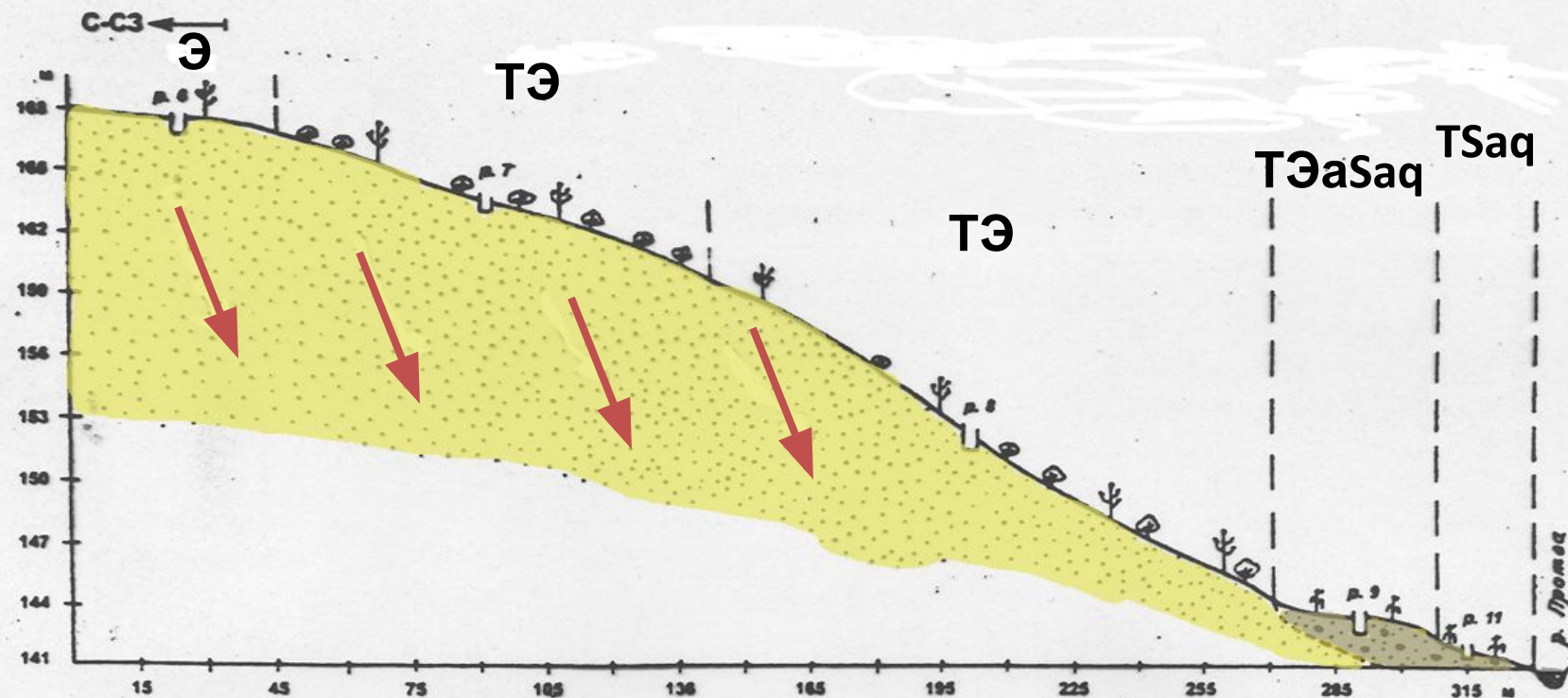


- **литолого-геохимический состав
почвообразующих пород
(суглинистые, суглинисто-
песчаные и др.)**



Почвообразующие			
Покровные суглинки	Моренные суглинки	Делювиальные суглинки	Аллювиальные суглинки
Дерново-слабо-подзолистая	Дерновая на смуглой подзолистой	Дерновая	Пойменная дерновая глеевая
Березово-осиновое осокое	Березово-осиновое осокое	Березово-осиновое копытнево-пролесниковое	Крапивно-осокое

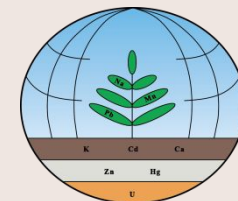
Монолитная суглинистая водораздельно-балочная



Почвообразующие			
Флювиогляциальные бескарбонатные		Аллювиальные карбонатные	
пески	Почв		пески
Дерново-слабо-подзолистая	Дерновая	Дерново-среднеподзолистая	Пойменная дерново-карбонатная
Растительное			
Сосновое подберезово-манжетковое		Разнотравно-сенокосный	

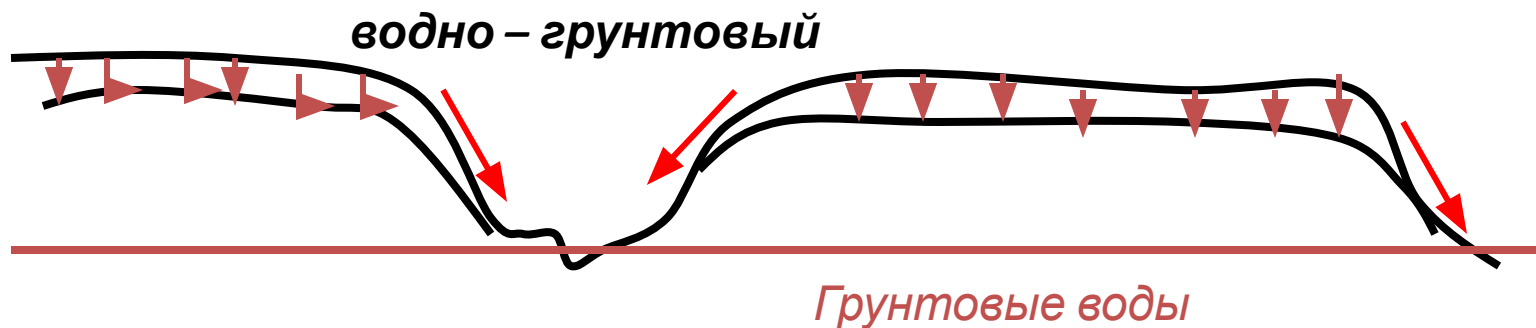
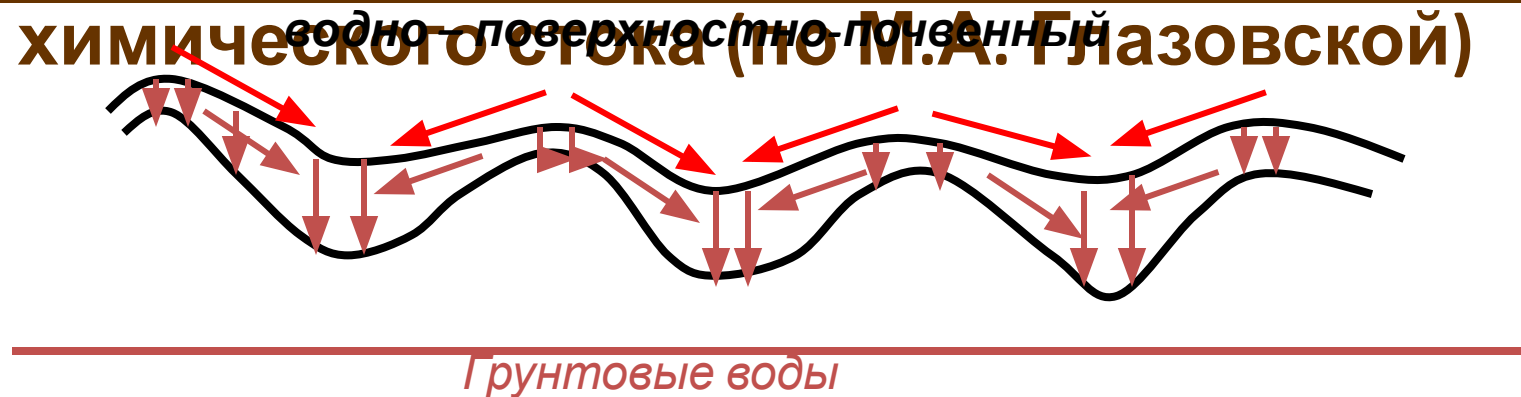
Монолитная песчаная водораздельно-долинная катена

СЕМЕЙСТВО

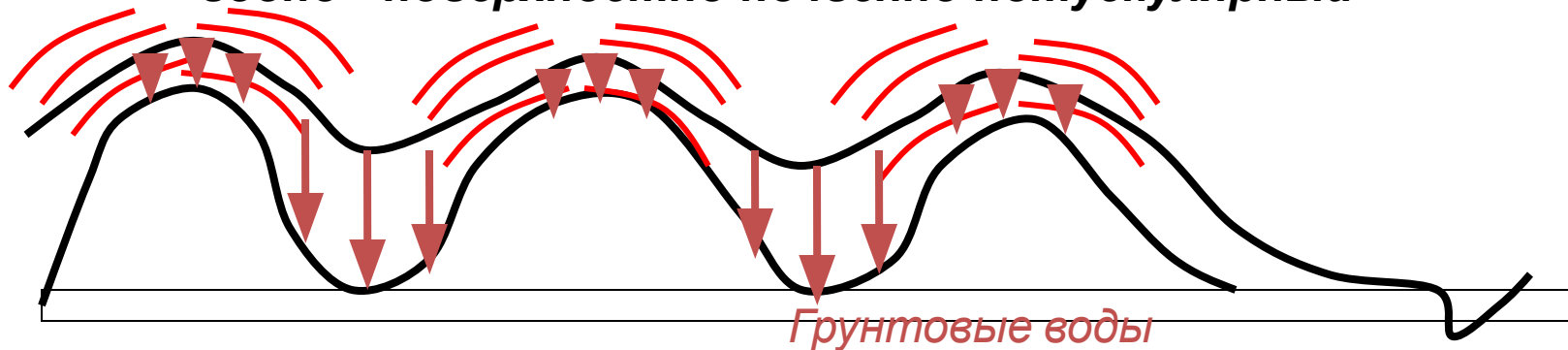


Типы геохимических сопряжений с преобладанием

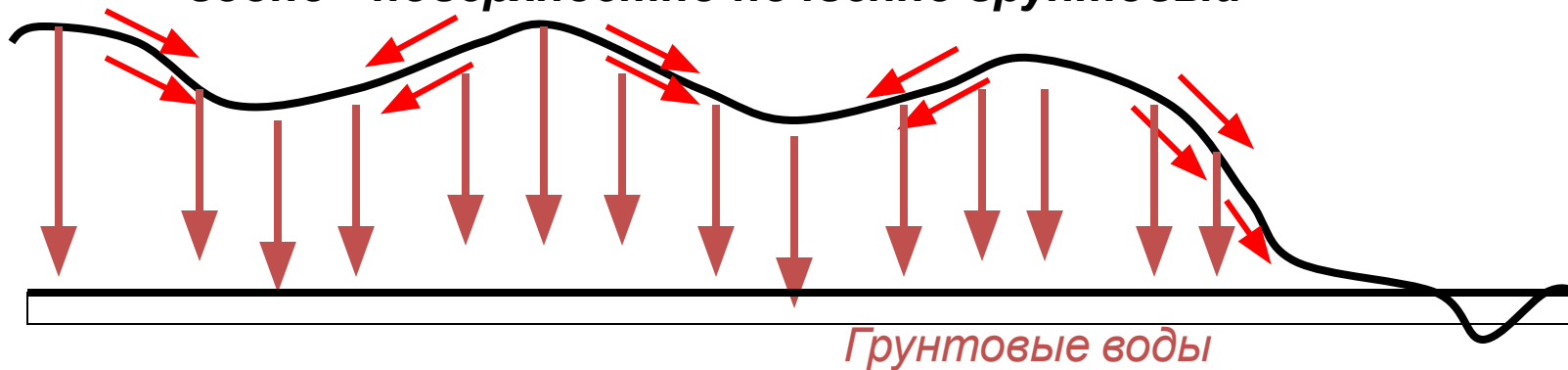
химического стока (по М.А. Глазовской)



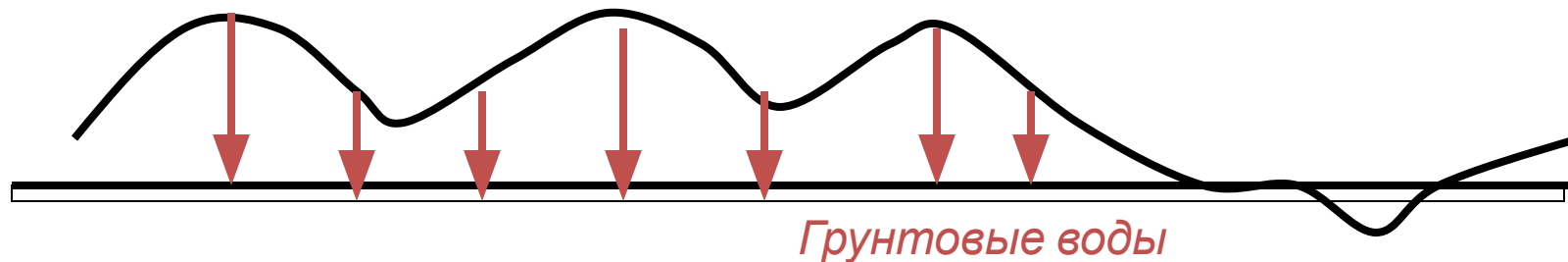
водно – поверхностно-почвенно-потускулярный



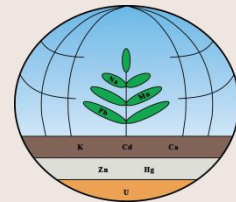
водно – поверхностно-почвенно-грунтовый



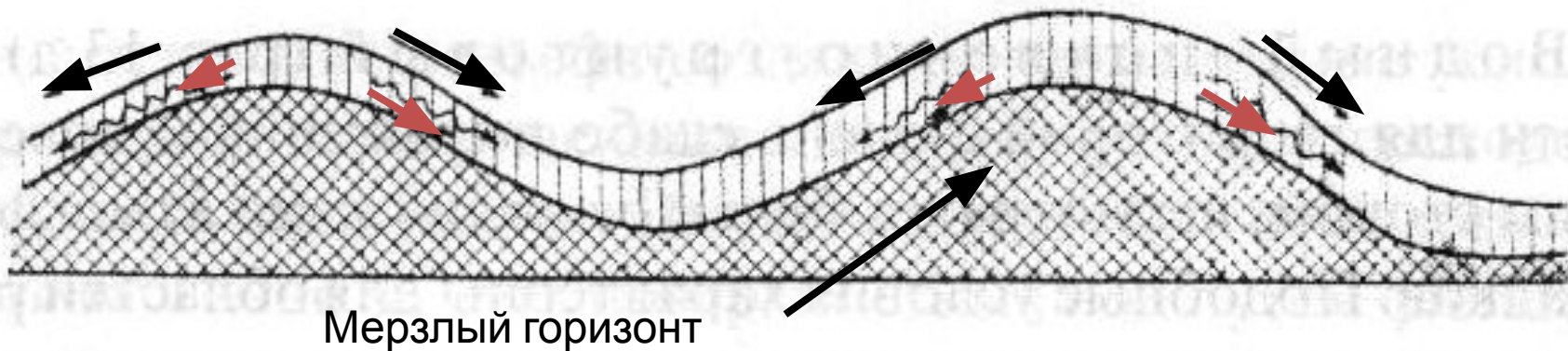
водный почвенно-грунтовый



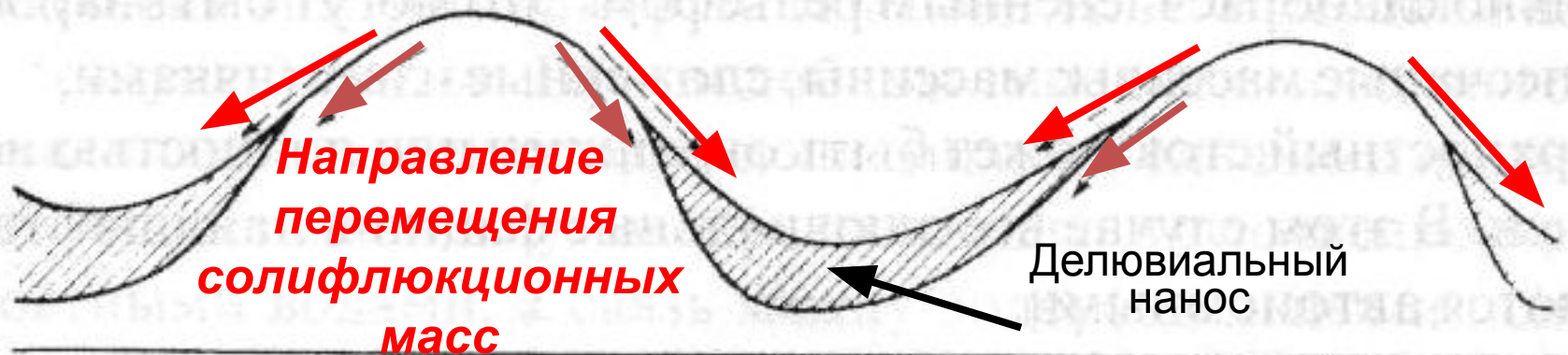
Типы геохимических сопряжений с преобладанием механического стока (по М. А. Глазовской)



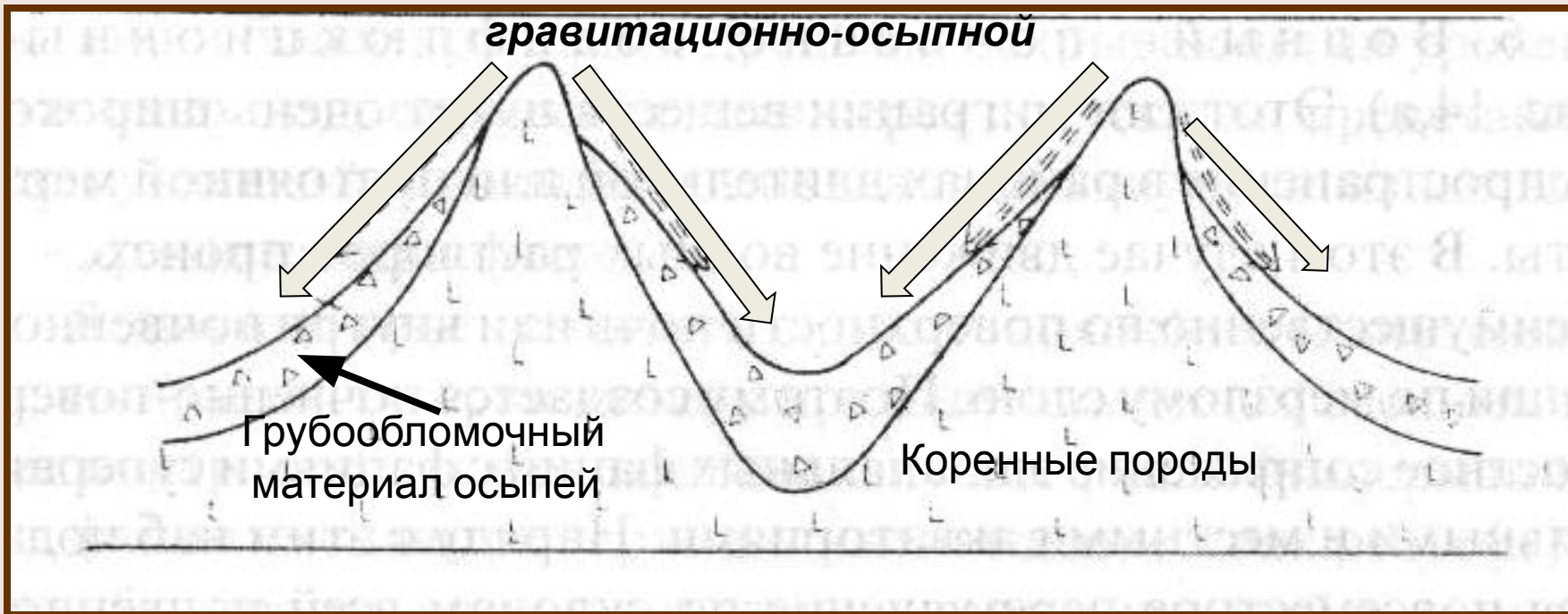
водно-почвенно-солифлюкционный



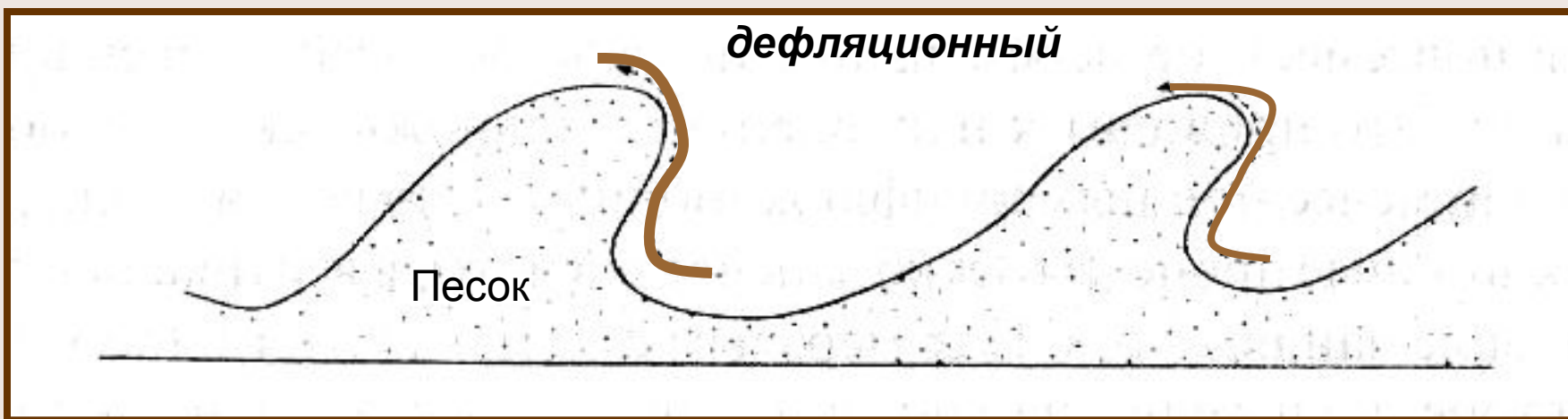
водно-почвенно-эрозионный



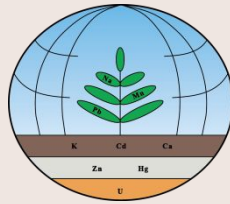
гравитационно-осыпной



дефляционный



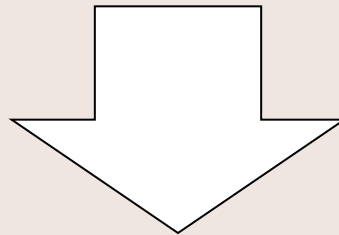
Правило типоморфности



- Условия миграции в ландшафте, как правило, определяют немногочисленные типоморфные (ведущие) химические элементы, ионы и соединения – Ca, H, Fe, S, Cl и др.

Принцип подвижных компонентов Перельмана

- Геохимические особенности ландшафта определяются элементами с высокими кларками, наиболее активно мигрирующими и накапливающимися в данном ландшафте.



Геохимическая систематика ландшафтов (кислые, кальциевые и т.д.), эпигенетических процессов, геохимических барьеров, илов, вод, почв, отложений.

Основные классы водной миграции химических элементов в ландшафтах

Щелочно-кислотные условия	Типоморфные водные мигранты	Типоморфные воздушные мигранты и осадительно-водно-химические процессы		
		O_2	CO_2 (CH_4)	H_2S
Сильнокислые	H^+ , SO_4^{2-} , Al^{3+} , Fe^{3+}	I. Сернокислый	XI. Сернокислое оглеение	XVII. Сернокислый сульфидный
	H^+ , Cl^- , Al^{3+} , Fe^{3+}	II. Солянокислый	---	---
Слабокислые	H^+ , органические кислоты, HCO_3^-	III. Кислый (H^+) IV. Кислый на кварцевых песках	XII. Кислый глеевый ($H^+ - Fe^{2+}$)	XVIII. Кислый сульфидный
		V. Кислый переходный к ($H^+ - Ca^{2+}$) кальциевому		
Нейтральные и слабощелочные	Ca^{2+} (Na^+ , Fe^{2+})	VI. Кальциевый (Ca) VII. Кальциево-натриевый ($Ca^{2+} - Na^+$)	XIII. Карбонатный глеевый ($Ca^{2+} - Fe^{2+}$)	XIX. Нейтральный карбонатный, сульфидный
	Cl^- , Na^+ , SO_4^{2-} , Ca^{2+} , SO_4^{2-4}	IX. Соленосный ($Na^+ - Cl^- - SO_4^{2-}$) VIII. Гипсовый	XIV. Соленосный глеевый XV. Гипсовый глеевый	XX. Соленосно-сульфидный ($Na^+ - H_2S$)
Сильнощелочные	OH^- , Na^+ , HCO_3^- , SiO_2	X. Содовый ($Na^+ - OH^-$)	XVI. Содовый глеевый	XXI. Содовый сероводородный

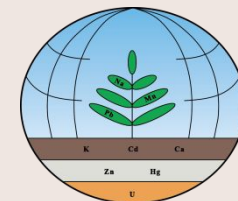
Классы почвенно-геохимических катен

ОВУ и ЩКУ		Автономные почвы											
		I.Кислородные				II.Глеевые				III.Сероводородные			
		pH											
Гетеро- номные почвы		1.<3	2. 3-6, 5	3. 6,5-8, 5	4. >8,5	1.<3	2. 3-6,5	3. 6,5-8,5	4. >8,5	1.<3	2. 3-6,5	3. 6,5-8, 5	4. >8,5
I.Кис- ло- родные	1.<3	--	E _{2,1}	E _{3,1}	E _{4,1}	A5 ↑	E _{6,1} ↑	E _{7,1} ↑	E _{8,1} ↑	A9 ↑	E _{10,1}	E _{11,1} ↑	E _{12,1}
	2.3-6 ,5	D _{1,2}	--	E _{3,2}	E _{1,2}	D _{5,2}	A6	E _{7,2}	E _{8,2}	D _{9,2}	A10	E _{11,2}	E _{12,2}
	3.6,5 -8,5	D _{1,3}	D _{2,3}	--	E _{4,3}	D _{5,3}	D _{6,3}	A7	E _{8,3}	D _{9,3}	D _{10,3}	A11	E _{12,3}
	4. >8,5	D _{1,4}	D _{2,4}	D _{3,4}	--	D _{5,4} ↓	D _{6,4} ↓	D _{7,4} ↓	A8 ↓	D _{9,4} ↓	D _{10,4}	D _{11,4} ↓	A12
II.Глее- вые	1.<3	C1 ↑	E _{2,5} ↑	E _{3,5} ↑	E _{4,5} ↑	--	E _{6,5}	E _{7,5}	E _{8,5}	C9 ↑	E _{10,5} ↑	E _{11,5} ↑	E _{12,5}
	2.3-6 ,5	D _{1,6}	C2	E _{3,6}	E _{4,6}	D _{5,6}	--	E _{7,6}	E _{8,6}	D _{9,6}	C10	E _{11,6}	E _{12,6}
	3.6,5 -8,5	D _{1,7}	D _{2,7}	C3	E _{4,7}	D _{5,7}	D _{6,7}	--	E _{8,7}	D _{9,7}	D _{10,7}	C11	E _{12,7}
	4. >8,5	D _{1,8}	D _{2,8}	D _{3,8}	C4 ↓	D _{5,8}	D _{6,8}	D _{7,8}	--	D _{9,8} ↓	D _{10,8} ↓	D _{11,8} ↓	C12
III.Се- ро водо- род- ные	1.<3	B1 ↑	E _{2,9} ↑	E _{3,9}	E _{4,9}	B5	E _{6,9} ↑	E _{7,9} ↑	E _{8,9}	--	E _{10,9}	E _{11,9}	E _{12,9}
	2.3-6 ,5	D _{1,10}	B2	E _{3,10}	E _{4,10}	D _{5,10}	B6	E _{7,10}	E _{8,10}	D _{9,10}	--	E _{11,10}	E _{12,10}
	3.6,5 -8,5	D _{1,11}	D _{2,11}	B3	E _{4,11}	D _{5,11}	D _{6,11}	B7	E _{8,11}	D _{9,11}	D _{10,11}	--	E _{12,11}
	4. >8,5	D _{1,12} ↓	D _{2,12} ↓	D _{3,12} ↓	B4	D _{5,12}	D _{6,12} ↓	D _{7,12} ↓	B8	D _{9,12}	D _{10,12}	D _{11,12}	--

Роды ландшафтно-геохимических катен

Род	Степень контрастности	Вид контрастности
Первый	Слабая	<i>Биогенная</i>
Второй	Средняя	<i>Щелочно-кислотная</i>
		Текстурная
		Испарительная
		Биогенная
Третий	Сильная	<i>Окислительно-восстановительная(кисотно-глеевая)</i>
		Щелочно-кислотная
		Текстурная
		Испарительная
		Биогенная
Четвертый	Очень сильная	<i>Окислительно-восстановительная(кисотно-сульфидная)</i>
		Щелочно-кислотная
		Текстурная
		Испарительная
		Биогенная

Виды и разновидности латеральной дифференциации элементов в катенах



Литогеохимическая дифференциация	Латерально-миграционная дифференциация		
	Аккумулятивный	Монотонный	Транзитный
	$L > 1,3$	$0,7 < L < 1,3$	$L < 0,7$
Аккумулятивный (концентрация в подчиненных ландшафтах), $L > 1,3$	Аккумулятивный сопряженный(1)	Монотонно-аккумулятивный (4;а,б)	Транзитно-аккумулятивный (7;а,б)
Монотонный (равномерное распределение), $0,7 < L < 1,3$	Аккумулятивно-монотонный (2;а,б)	Монотонный-сопряженный (5)	Транзитно-монотонный (8;а,б)
Транзитный (рассеяние в подчиненных ландшафтах), $L < 0,7$	Аккумулятивно-транзитный (3;а,б)	Монотонно-транзитный (6;а,б)	Транзитный сопряженный (9)

Мобилизация

Выветривание силикатных пород, биогенная аккумуляция

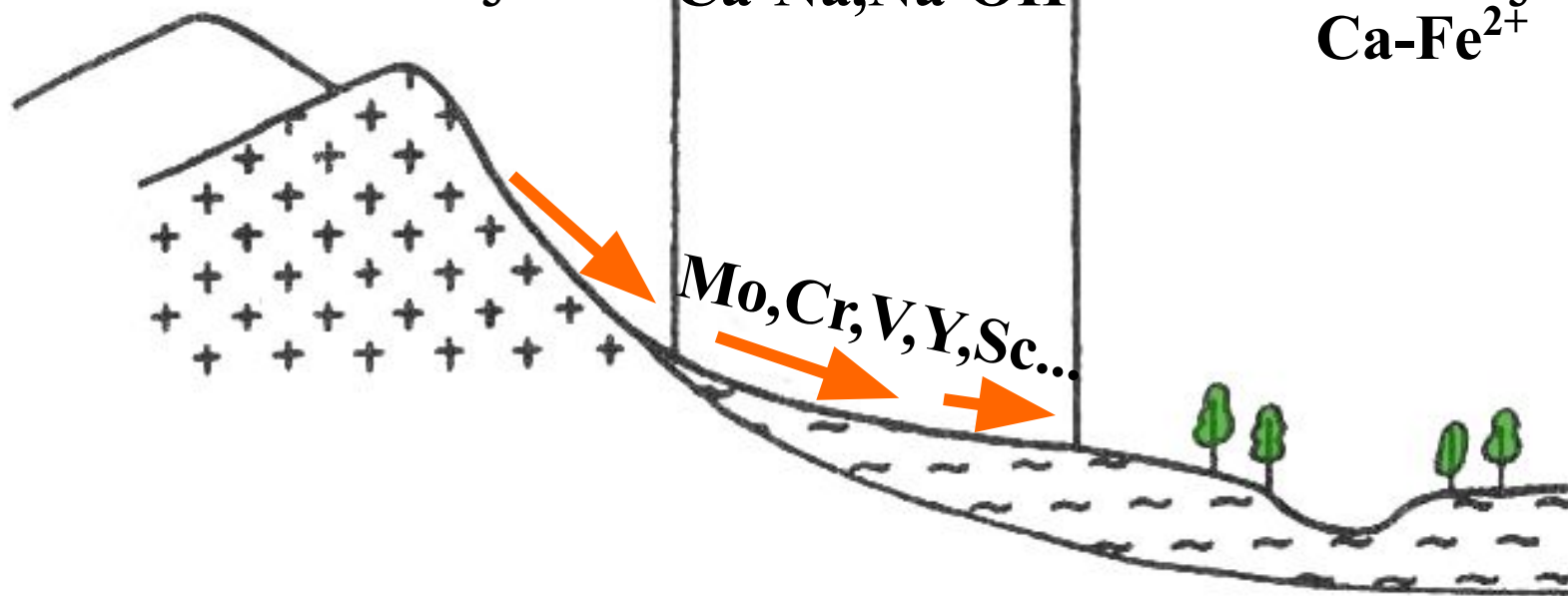


Биогенная аккумуляция, содовое выщелачивание



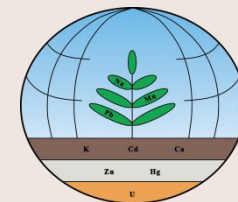
Аккумуляция

Кислый, глеевый, сорбционный геохимические барьеры

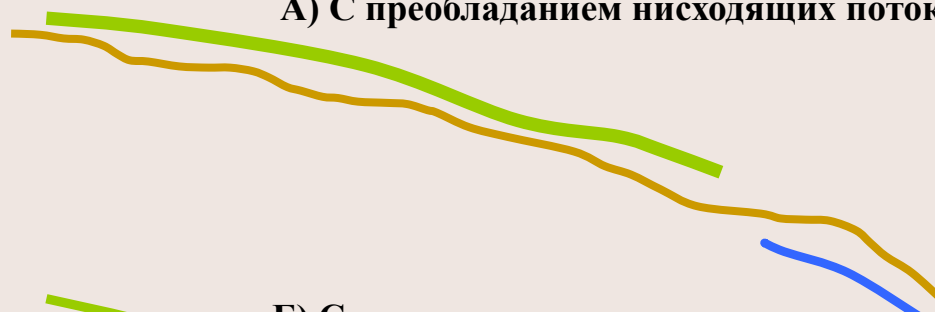


Принципиальная схема мобилизации и аккумуляции микроэлементов в степных ландшафтах

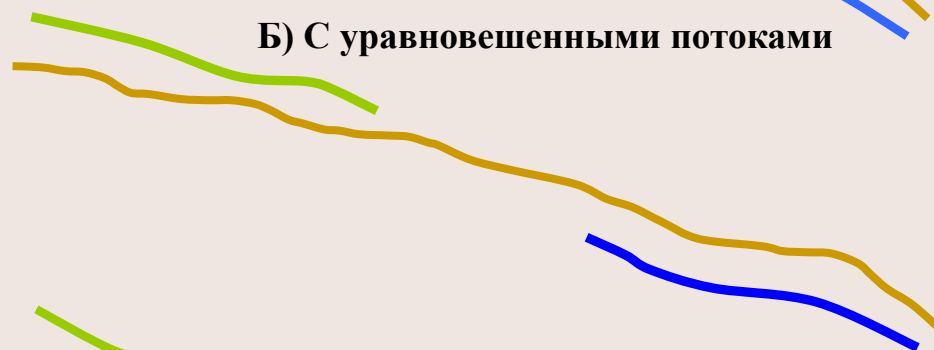
КАТЕНЫ С НИСХОДЯЩИМИ И ВОСХОДЯЩИМИ ПОТОКАМИ



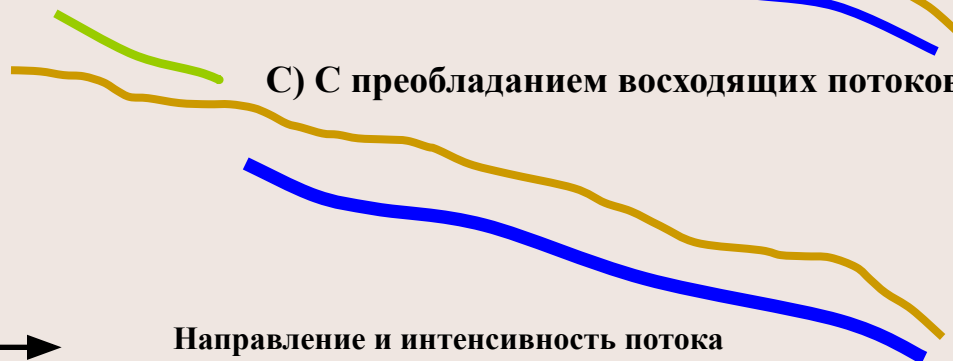
А) С преобладанием нисходящих потоков



Б) С уравновешенными потоками

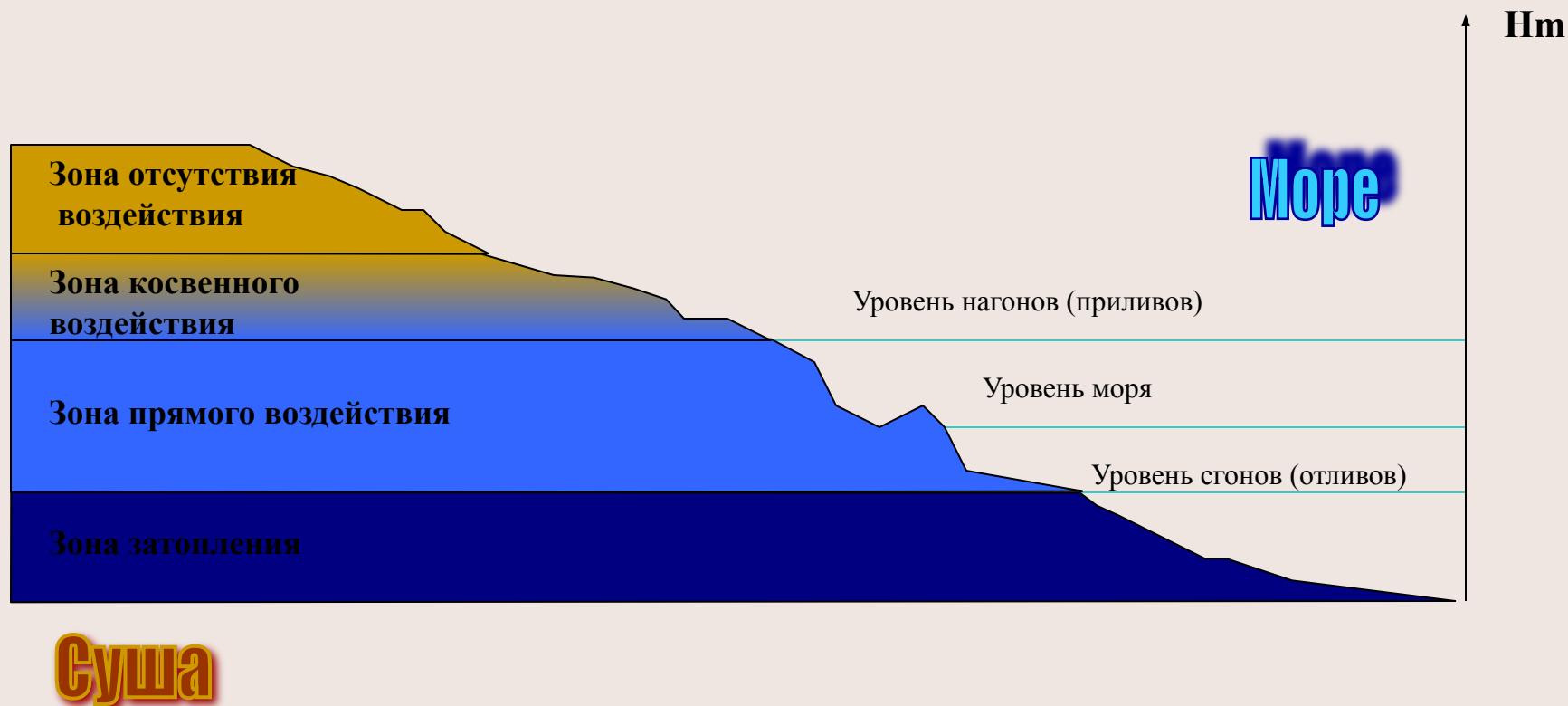


С) С преобладанием восходящих потоков

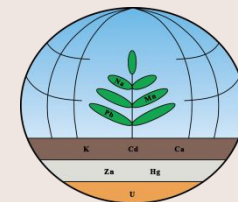


Направление и интенсивность потока

Геоэкологические зоны побережья Каспийского моря



Латеральная структура ландшафта

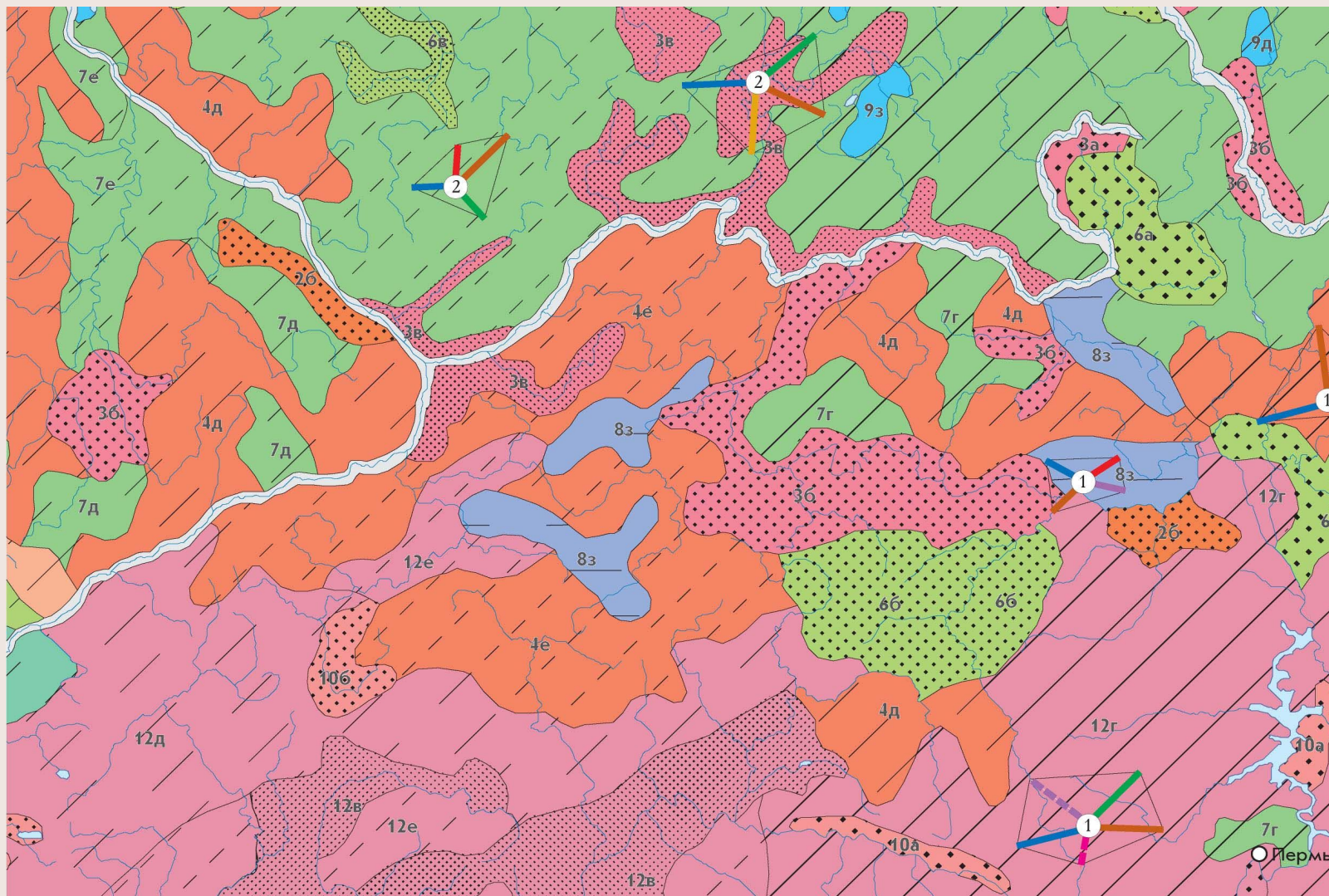
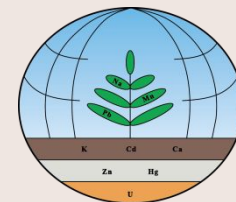


- L – коэффициент латеральной дифференциации:

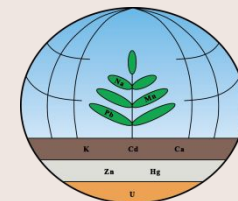
$$L = \frac{C_i \text{ подчиненный ландшафт}}{C_i \text{ автономный ландшафт}}$$

(по органогенным и минеральным горизонтам)

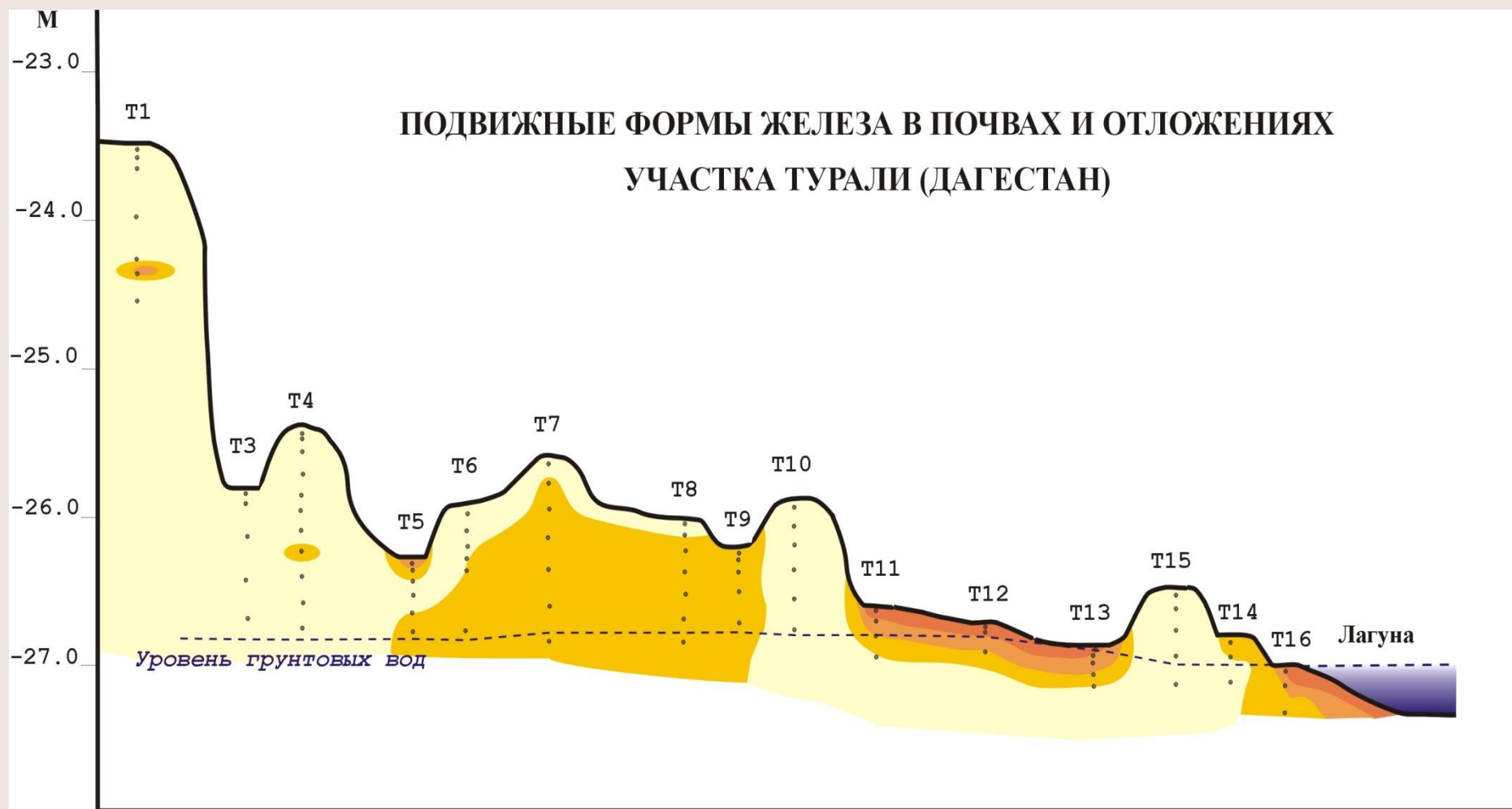
Фрагмент карты «Условия латеральной миграции....»



Типизация катен пример почвенно-геохимических сопряжений



Проницаемость субстрата	Глубина расчленения рельефа	Соотношение миграционных потоков	$O \rightarrow OV$	$O \rightarrow OV \rightarrow B$
Высокая	Высокая	$R > L$		
	Средняя	$R > L$		
	Низкая	$R > L$		
Средняя	Высокая	$R \approx L$		
	Средняя	$R \approx L$		
	Низкая	$R \approx L$		

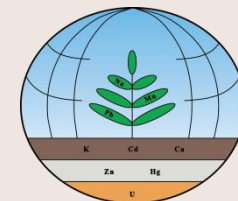


Содержание Fe в вытяжке 2н HCl



Масштаб:
вертикальный 1:40
горизонтальный 1:1000

U в черноземах дисперсно-карбонатных основных типов катен аргунских ландшафтов



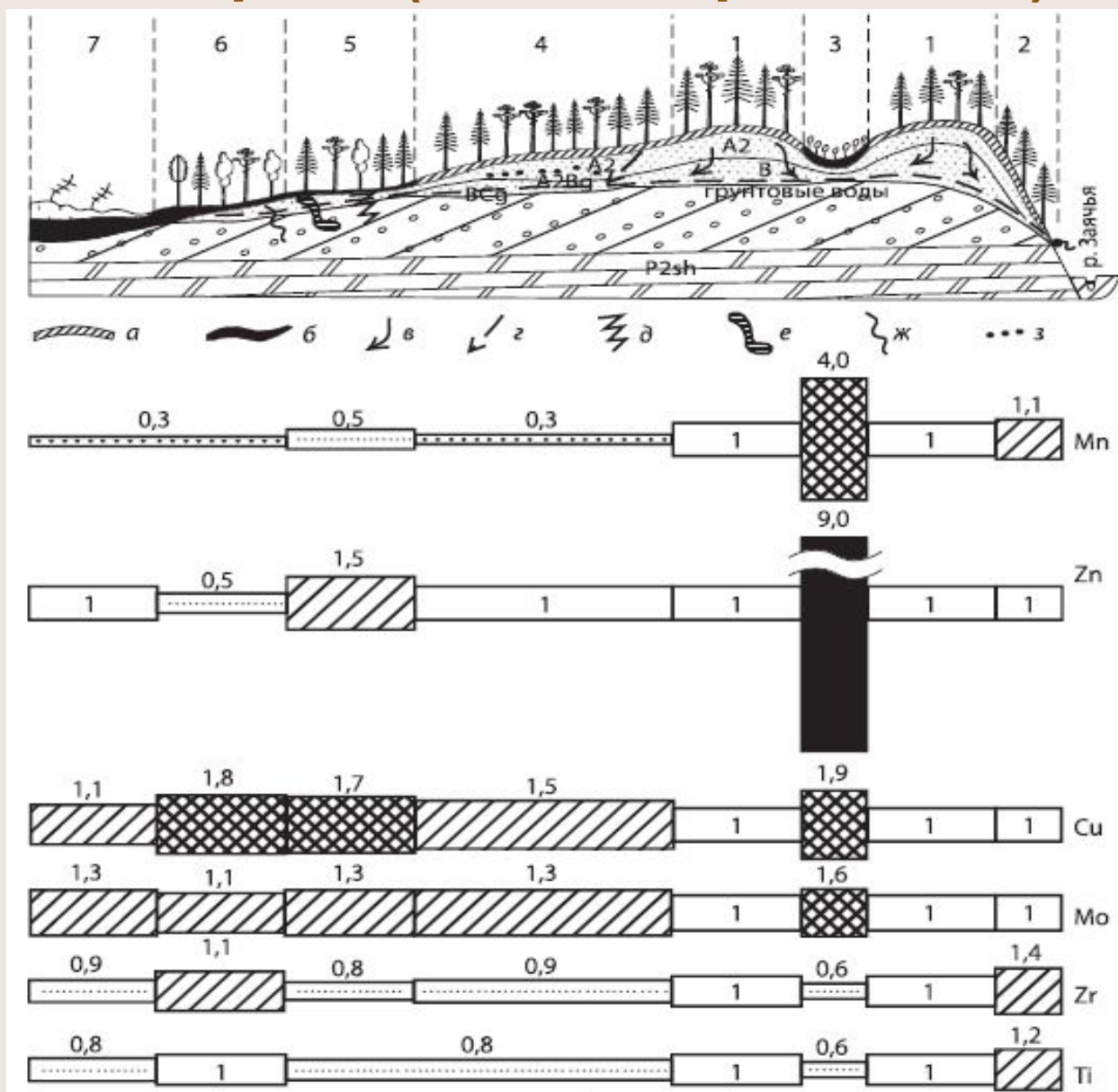
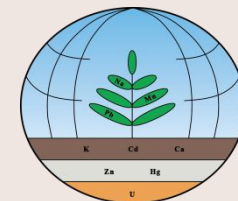
ОТКРЫТАЯ КАТЕНА

Индекс	Э	ТЭ	ТСА
Ландшафт	Автономный элювиальный	Трансэлювиальный	Трансуперак- вальный
Почвенный горизонт	AU (0-20 см)		
Валовое содержание, мг/кг	3,8	1,5	2,1
Подвижные формы, мг/кг	0,1	0,01	0,02
Почвенный горизонт	BCA (30-40 см)		
Валовое содержание, мг/кг	3,8	1,0	2,3
Подвижные формы, мг/кг	0,1	0,01	0,03

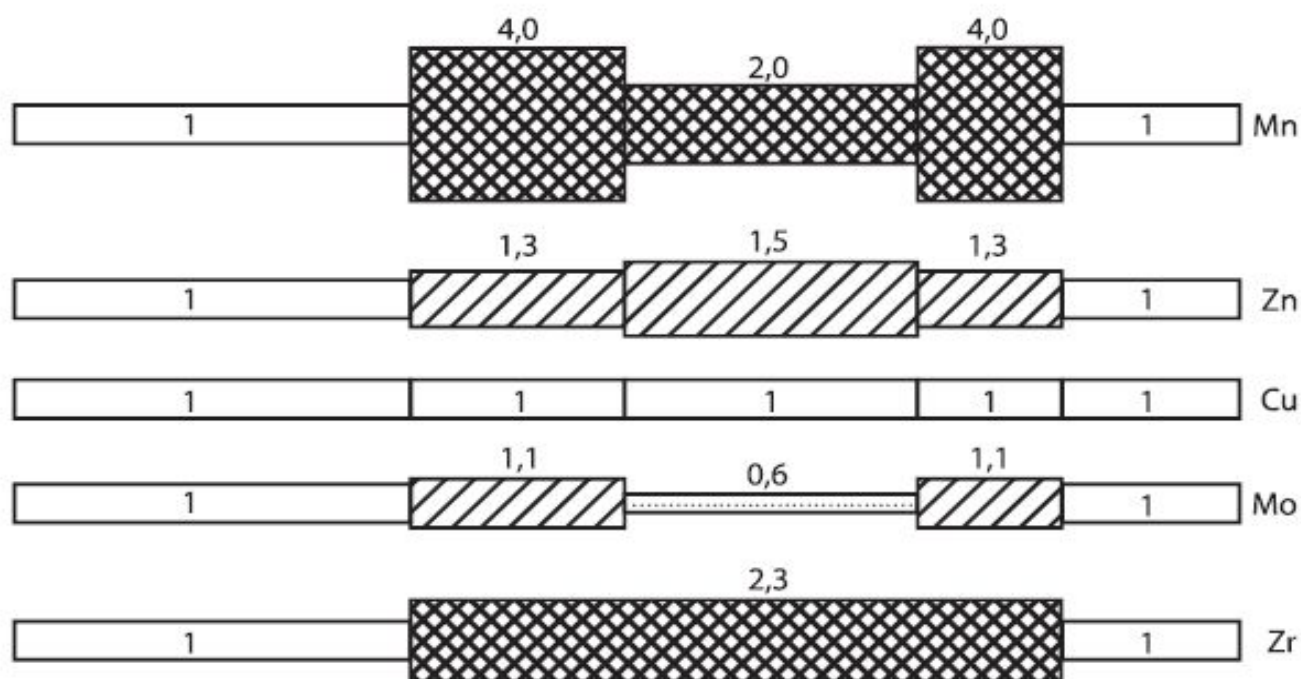
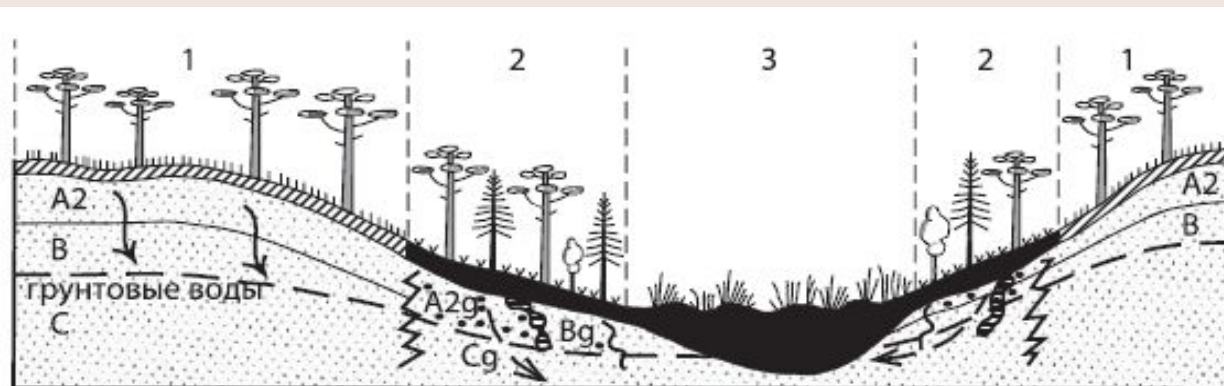
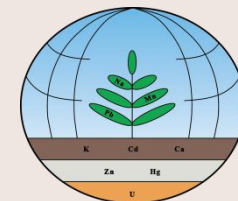
ЗАКРЫТАЯ КАТЕНА

Э	ТЭ	ЭА
Автономный элювиальный	Трансэлювиальный	Элювиально- аккумулятивный
AU (0-20 см)		
2,9	1,6	2,7
0,01	0,01	0,01
BCA (30-40 см)		
2,9	1,0	17
0,01	0,01	13

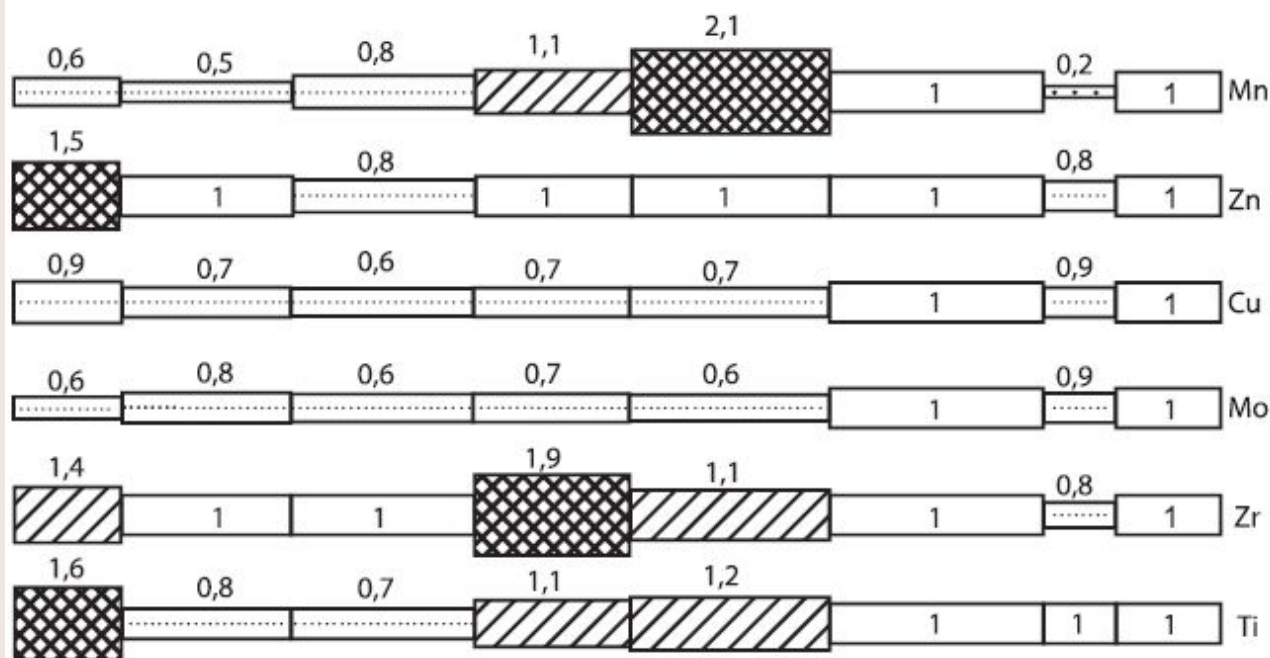
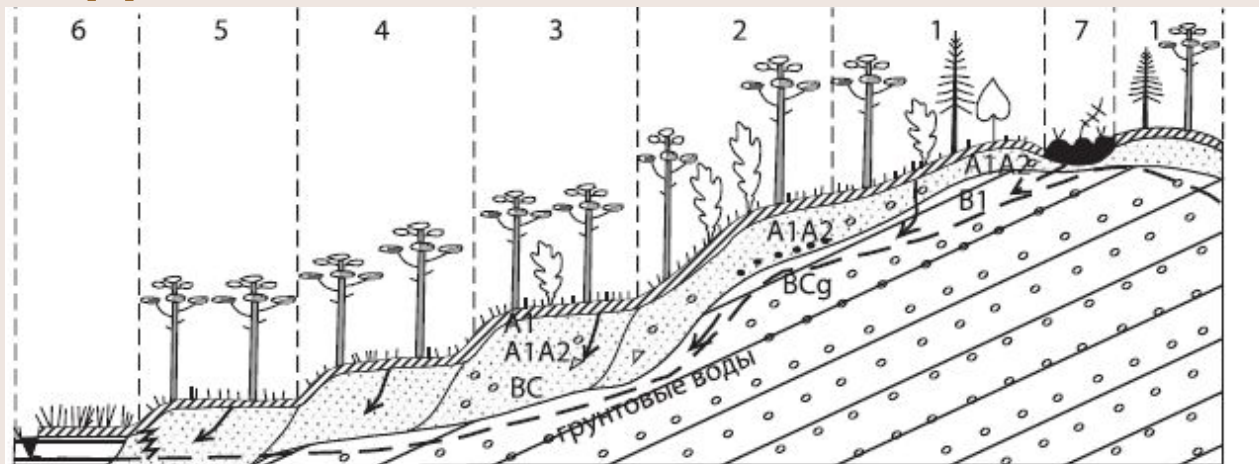
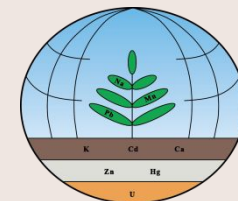
Лесо-болотная катена среднетаежных ландшафтов (бассейн р. Заячья)

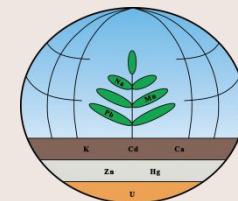


Лесо-болотная катена полесских ландшафтов (Озерная Мещера)



Болотно-лесо-луговая катена аллювиально-зандровых ландшафтов в подзоне смешанных лесов





Факторы формирования катен

Факторы формирования катен в условиях мезорельефа

K _{увл}	Мезорельеф					
	слабо расчлененный (низкие аккумулятивные аллювиальные и озерные равнины)		умеренно расчлененный (эрозионные и ледниковые равнины)		сильно расчлененный (структурно-эрозионные возвышенности)	
> 0,8		+++		++++		++++
0,8–0,3		++		+++		+++
< 0,3		+		+		

Условные обозначения:

Экспертная оценка условий формирования катен

- + – весьма неблагоприятные
- ++ – малоблагоприятные
- +++ – относительно благоприятные
- ++++ – оптимальные

Некатенарные структуры

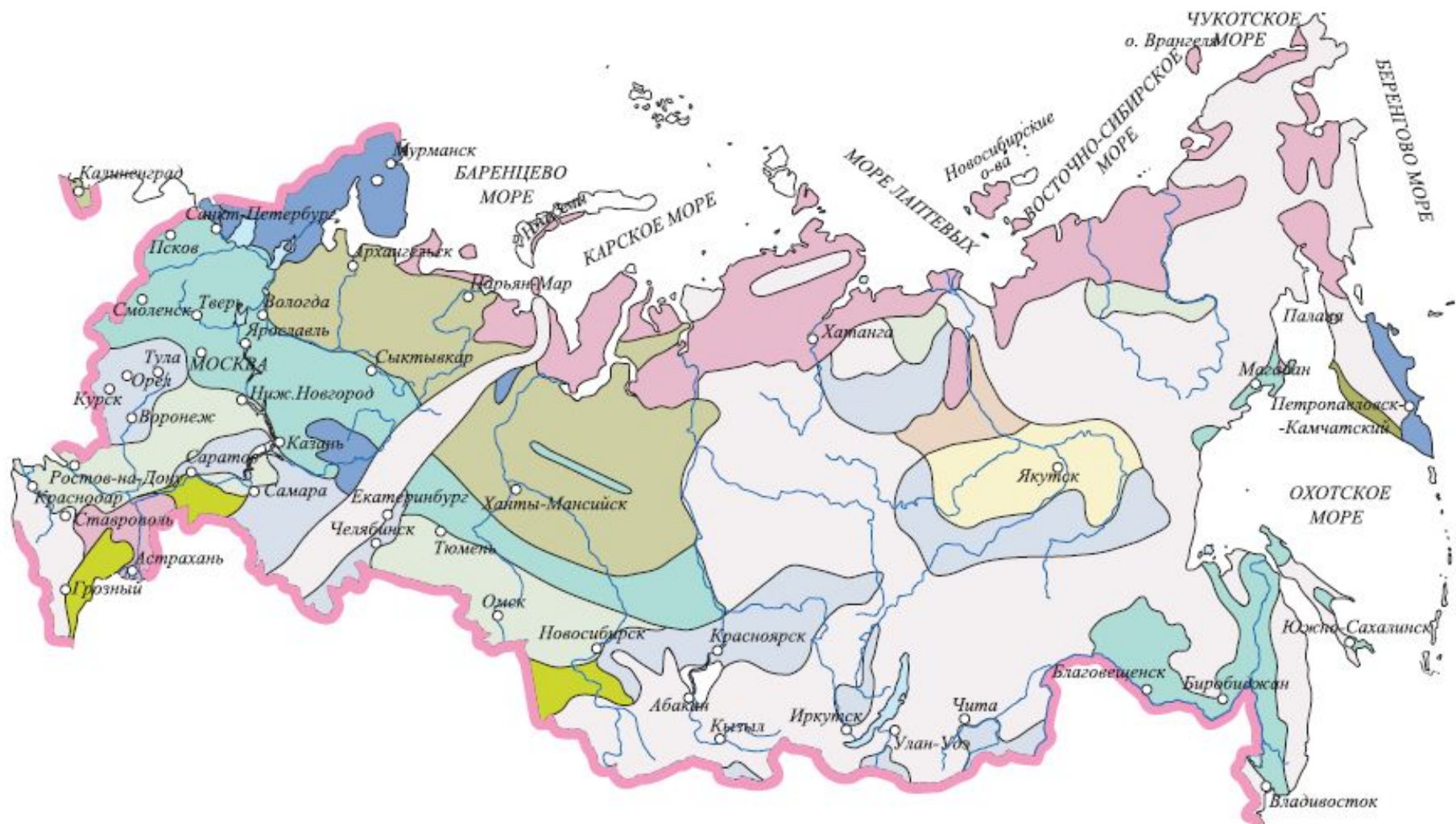
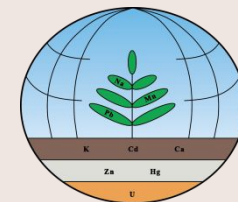


микроструктуры (с двусторонними процессами миграции)

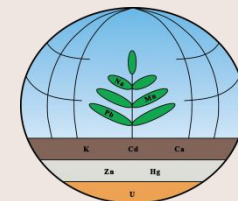


макроструктуры

Факторы формирования катен



Ландшафтно-геохимические катены



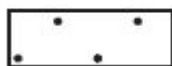
Катены				Монолитные	Моно-/гетеролитные	Гетеролитные
Типичные	Аллохтонные	Водораздельно-долинно-пойменные	1*	1	2	3
			2		4	5
		Водораздельно-долинно-русовые	1		6	7
			2			8
	Автохтонные	Водораздельно-болотные	1	9	10	11
Псевдокатены	Аллохтонные	Водораздельно-долинно-пойменные	2		12	13
Неполные	Аллохтонные	Водораздельно-долинно-пойменные	1	14	15	16
		Водораздельно-долинно-русовые	1			17
	Автохтонные	Водораздельно-долинно-пойменные	1	18	19	20
		Водораздельно-долинно-русовые	1		21	22

* 1 – простые; 2 – ступенчатые с промежуточной аккумуляцией

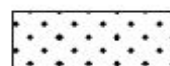
Контрастность условий латеральной миграции



– слабая



– средняя



– сильная

Латеральные геохимические барьеры



глеевый



сорбционный

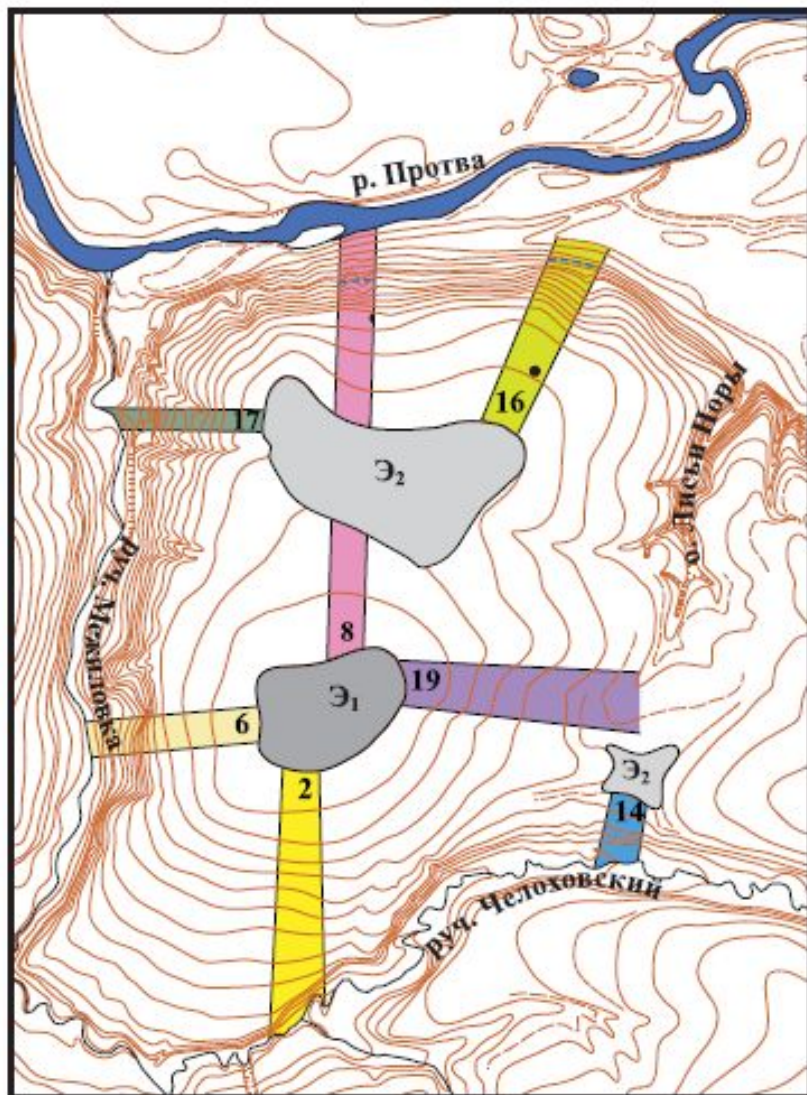
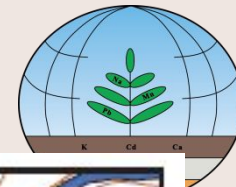


биогеохимический

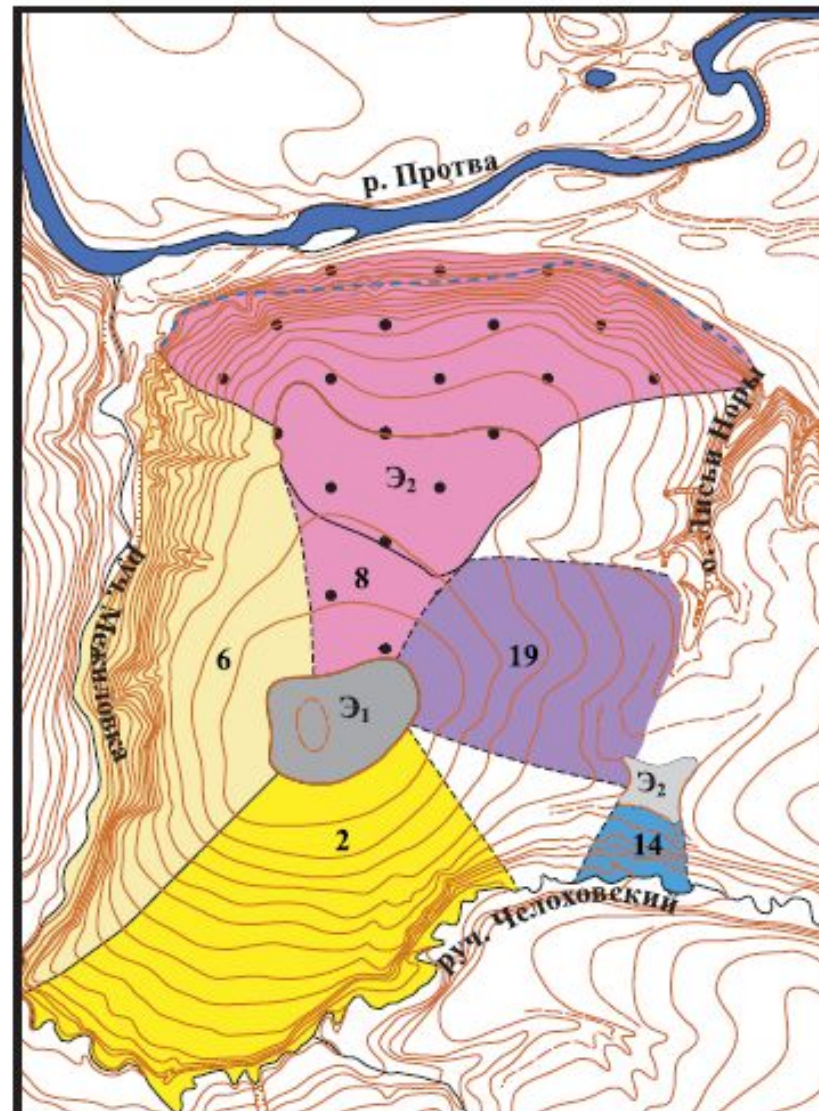


щелочной

Ландшафтно-геохимические катены

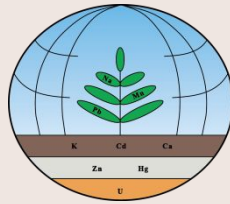


Катены-трансекты



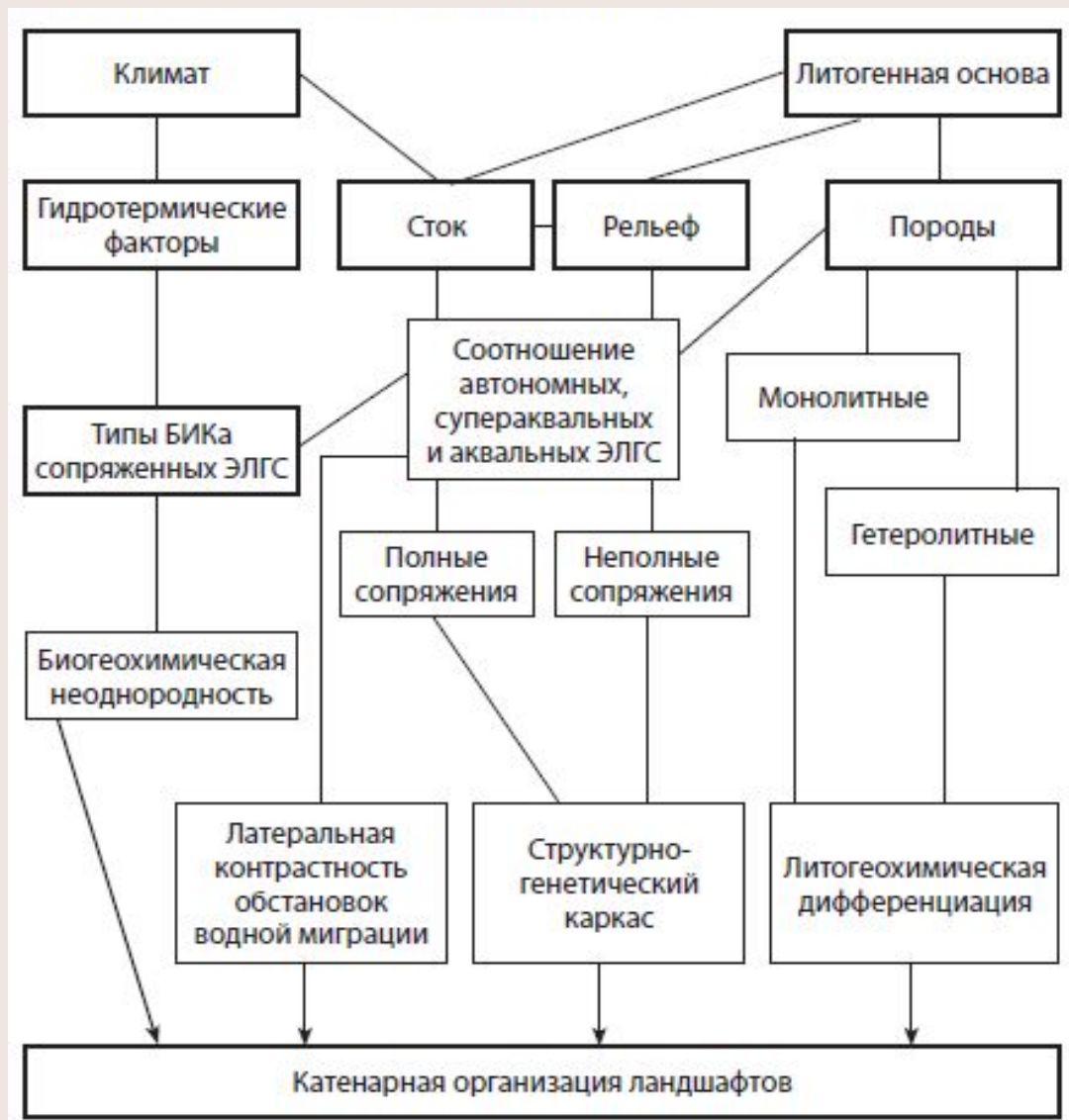
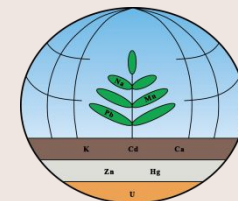
Катены-площади

Правило геохимической общности (типологичности) ландшафтов



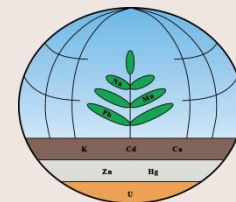
- Генетически однотипные ландшафты, сформировавшиеся в близких физико-географических условиях, имеют сходную ландшафтно-геохимическую структуру.

Факторы катенарной организации ландшафтов

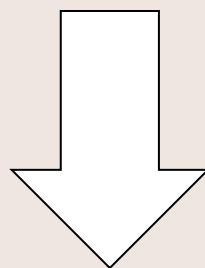




**Концепция
пространственной
геохимической организации объектов
(концепция геохимических полей и
геохимических границ)**

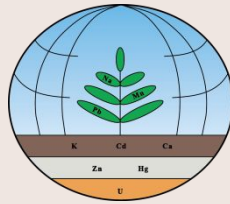


- **Ландшафт** — это сложная геосистема, состоящая из многих пересекающихся и накладывающихся друг на друга геохимических полей в его отдельных компонентах и подсистемах.



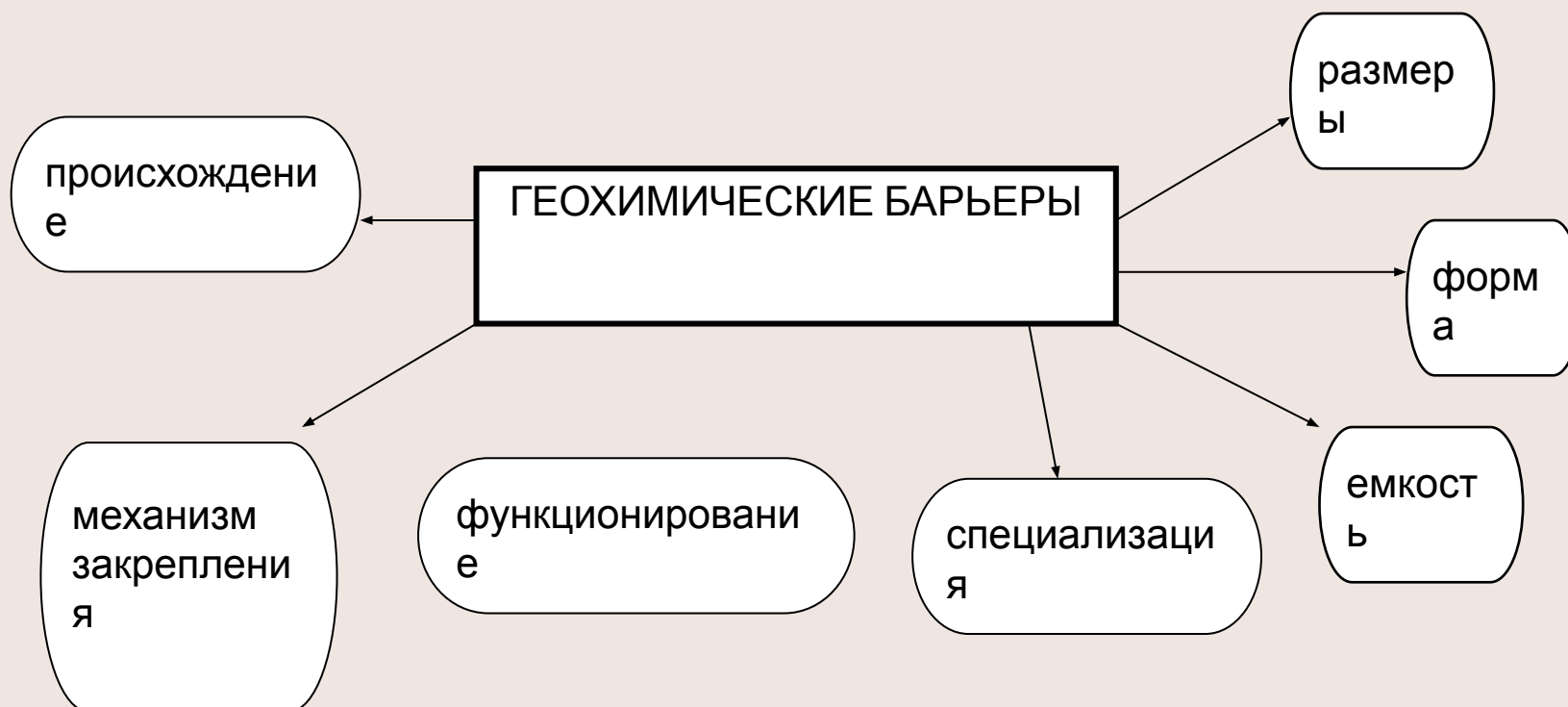
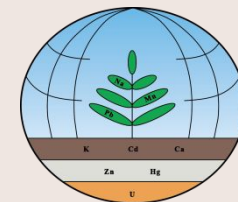
ЛАНДШАФТНО-ГЕОХИМИЧЕСКОЕ ПОЛЕ

Геохимические границы

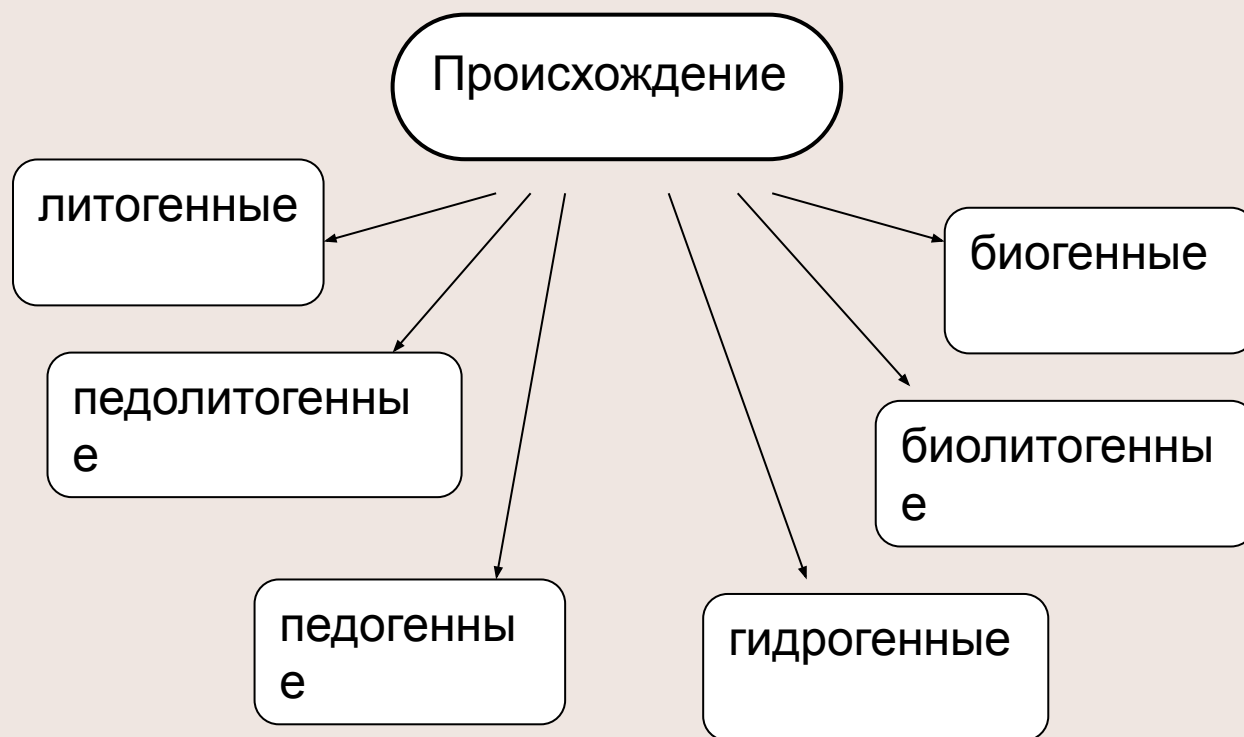
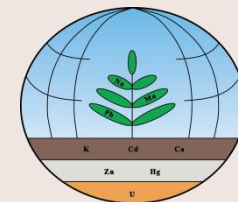


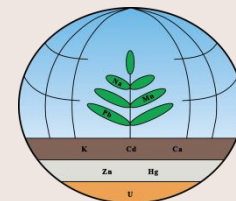
- **Геохимический барьер** – участки земной коры, в которых на коротком расстоянии происходит резкое уменьшение интенсивности миграции химических элементов и, как следствие, их концентрация (А.И.Перельман, 1961)

Геохимические барьеры



Геохимические барьеры

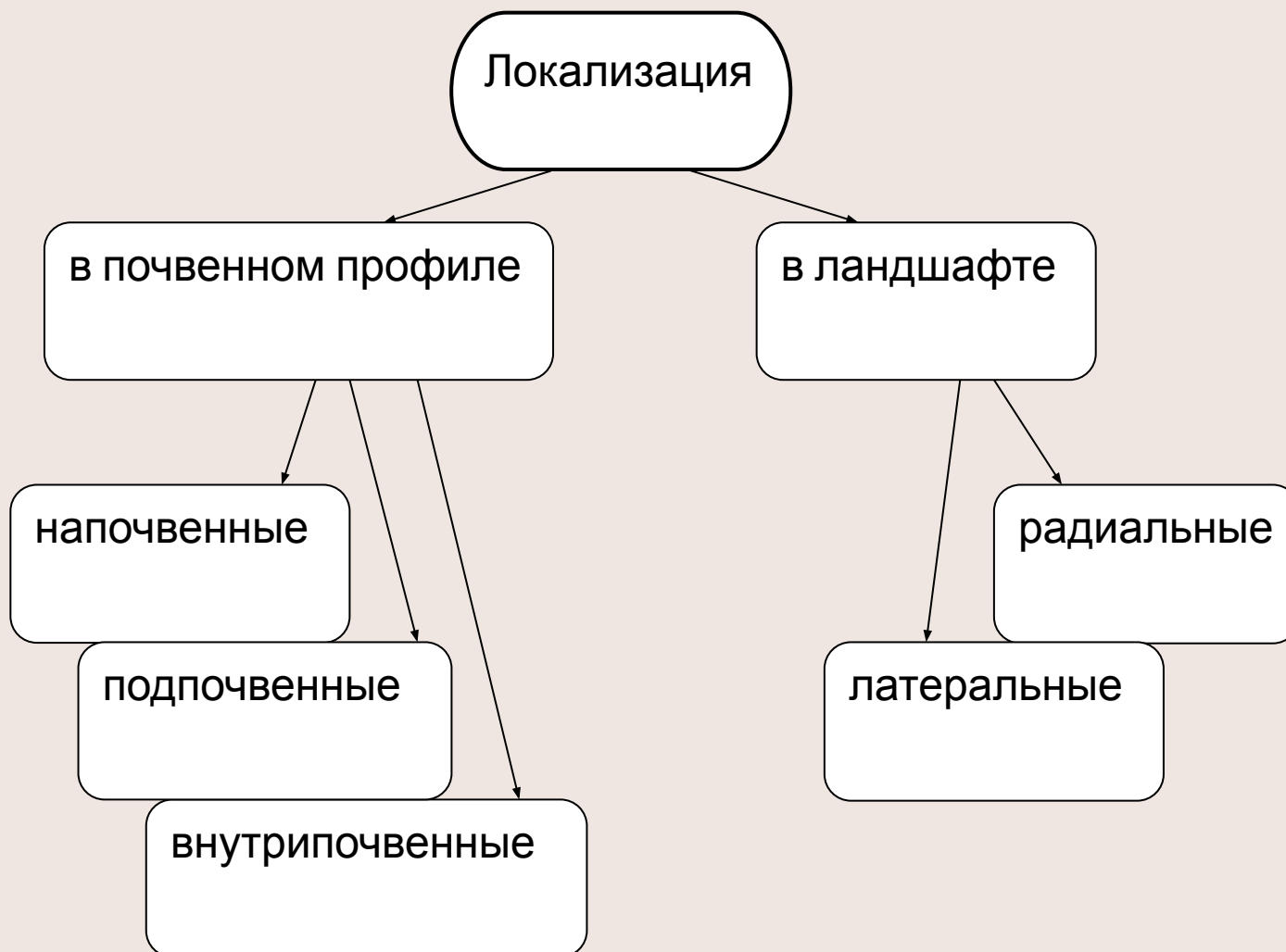
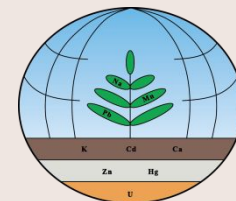




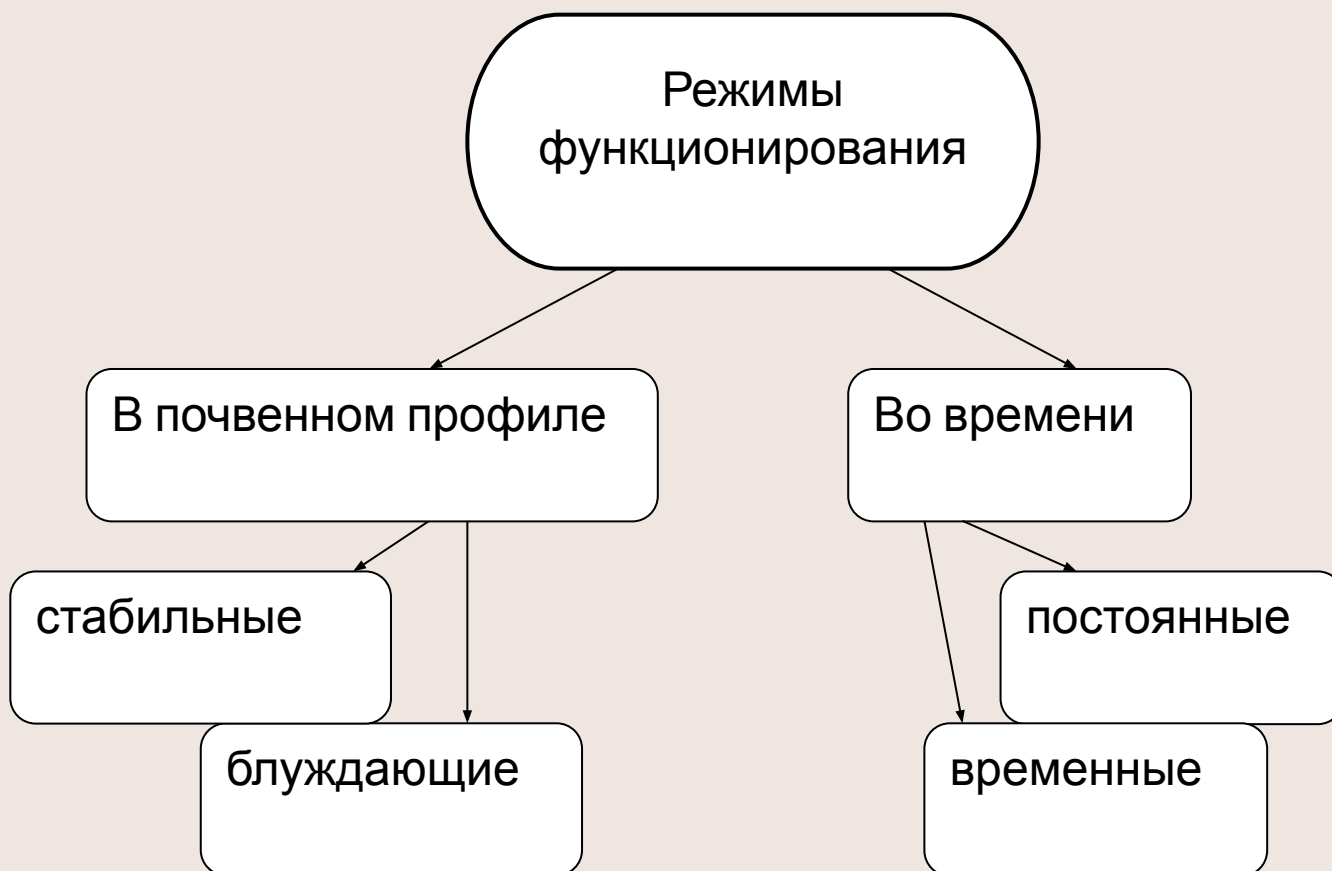
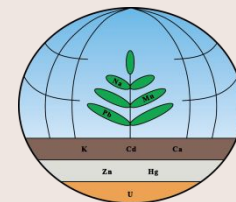
Геохимические барьеры



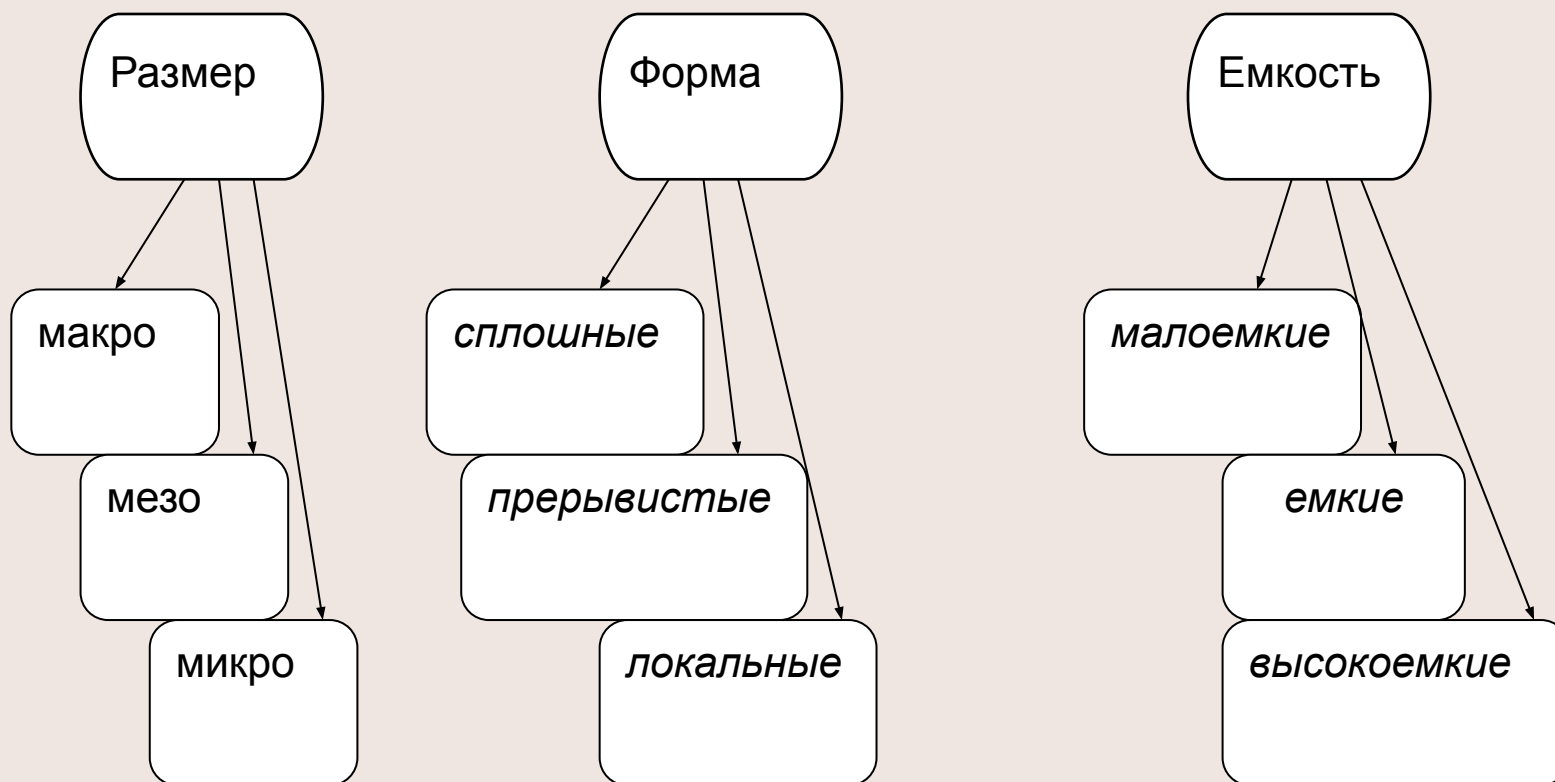
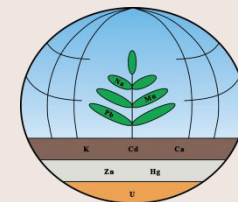
Геохимические барьеры



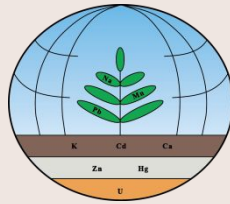
Геохимические барьеры



Геохимические барьеры

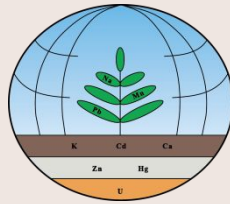


Следствия:



- Геохимические аномалии формируются на геохимических барьерах.
- Геохимические барьеры формируются на границах сопряженных ландшафтов или подсистем ландшафта.
- На более контрастных геохимических границах формируются более емкие геохимические барьеры.

Принцип квантованности типов ландшафтов

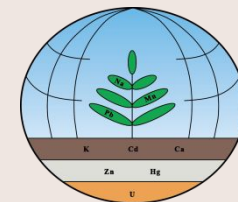


Критерии разграничения биогеохимических полей
(А.И.Перельман)

Типы ландшафтов, выделяемые по соотношению биомассы и ежегодной продукции, четко ограничены друг от друга, т. е. «квантованы».

$$K = \lg \Pi / \lg B$$

Принцип устойчивости геохимических параметров миграции

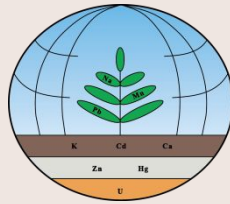


- Генетически однотипным ландшафтам свойственны сходные миграционные макроструктуры (Ф.И. Козловский).



Концепция ландшафтно- геохимических потоков и процессов

Концепции ландшафтно- геохимических процессов и потоков



- **Элементарные почвообразовательные процессы**

С.С. Неуструев – И.П.Герасимов – М.А.Глазовская

- **Эпигенетические геохимические процессы**

А.И.Перельман

- **Элементарные ландшафтные процессы**

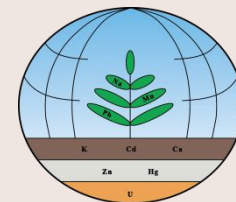
Ф.И.Козловский

- **Ландшафтно-геохимические процессы**

М.А.Глазовская

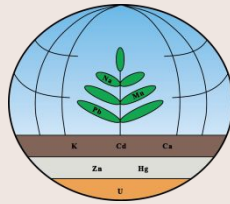
Элементарные почвообразовательные процессы

Метаморфизм органических остатков, накопление органического вещества	Метаморфизм минеральной массы	Накопление в почвах минеральных соединений	Элювиально-иллювиальное перераспределение минеральных и органических В-В	Турбационное перераспределение почвенных масс
Торф Подстилка Гумус	Сапролитизация Кислотный гидролиз Щелочной гидролиз Окисление Сегрегация Гидратация и дегидратация соединений Fe и Mn Оглеение	Субаэральное обызвесткование Соленакпление Гидрогенное ожелезнение Окремнение Засоление	Рассоление Выщелачивание карбонатов Лессиваж Осолонцевание Альфегумусовый процесс	Криотурбации Педотурбации Зоогенные турбации



- **Эпигенетические геохимические процессы** – вторичные (наложенные) геохимические процессы изменения пород, не преопределенные предшествующими гипергенными процессами (сингенезом, диагенезом и др.) (А.И. Перельман, 1968).

Эпигенетические геохимические процессы



- Сульфидогенез
- Глеегенез
- Ожелезнение
- Гумусонакопление
- Изменение щелочно-кислотных условий
- Галогенез

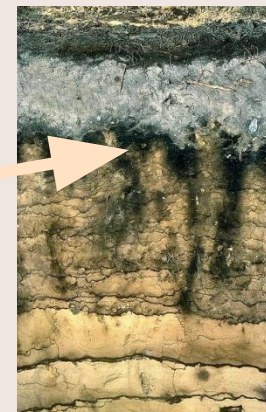
ЛАНДШАФТНО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

Миграционно-аккумулятивные



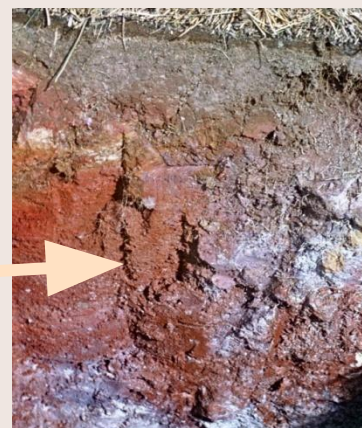
Гуматогенез

Хелатогенез



Кальцитогенез

Оксидогенез



ЛАНДШАФТНО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

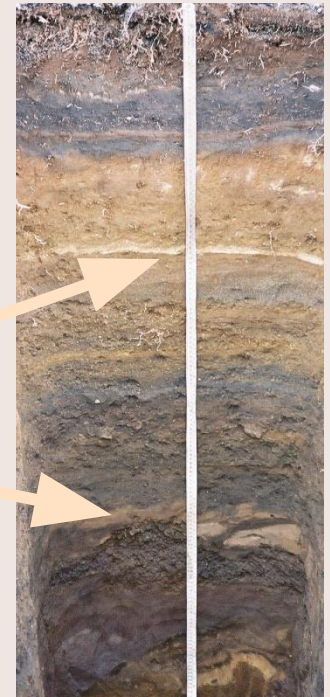
Миграционно-аккумулятивные

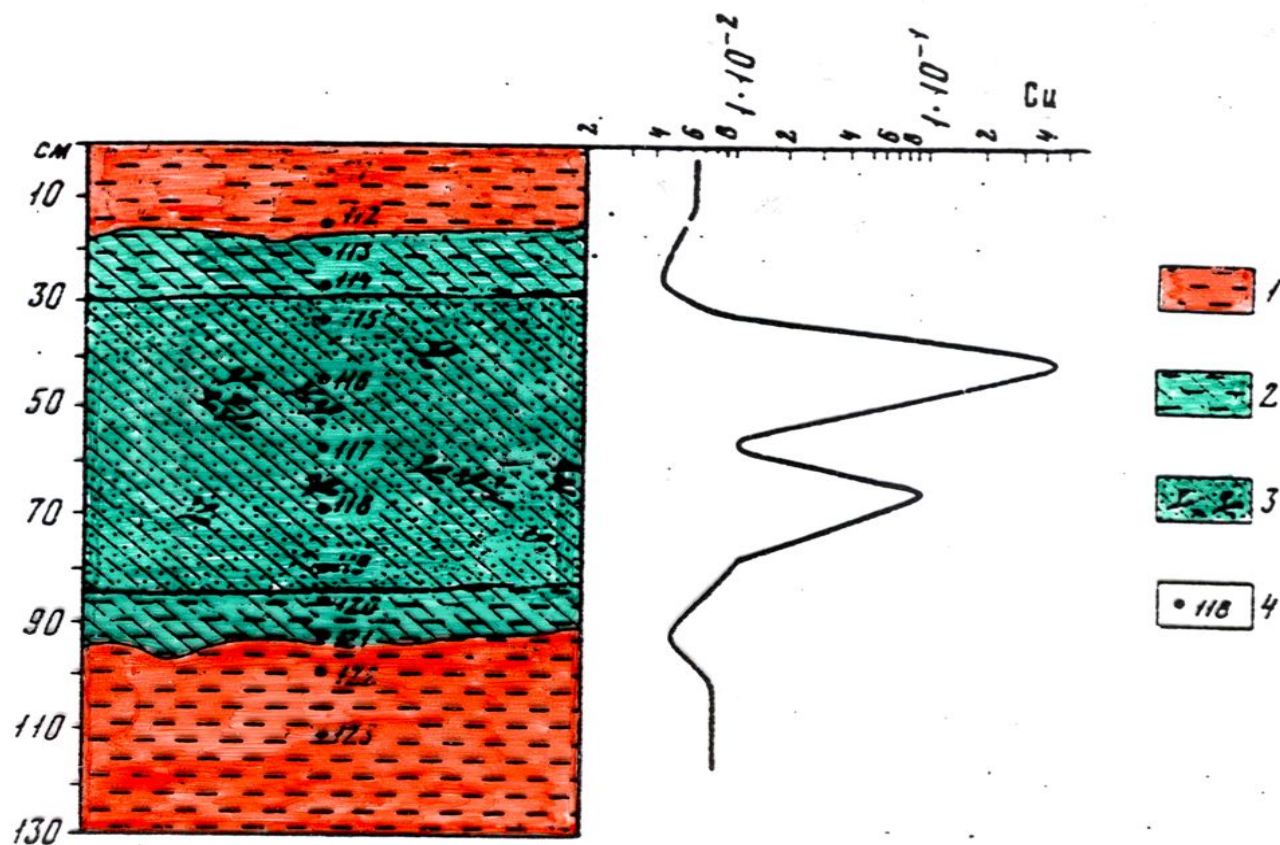
Детритогенез

Глеегенез

Пеплопады

Галогенез



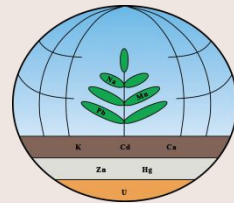


Эпигенетическое оглеение и распределение меди в верхне-пермских красноцветных отложениях Приуралья
 1-бурые глинистые алевролиты, 2-зеленовато-серые и голубовато-серые
 (оглеенные), глинистые алевролиты, 3-голубовато-серые
 (оглеенные)
 песчаники с растительными остатками и малахитом, 4-точки отбора

Основные геохимические типы эпигенетических процессов (А.И. Перельман, 1968)

Ряды по составу водных мигрантов	Ряды по составу воздушных мигрантов			
	окислительный		восстановительный	
	O_2		$CO_2(CH_4)$	H_2S
	В породах, содержащих восстановители	В породах, не содержащих восстановителей	Восстанови- тельный без сероводорода (глеевый)	Восстанови- тельный сероводород- ный (сульфидный)
H^+, SO_4^{2-} , ($Fe^{2+}, Zn^{2+}, Cu^{2+}$)	<u>Сернокислый</u>	-----	<u>Сернокислое</u> <u>оглеение</u>	<u>Сернокислый</u> <u>сульфидный</u>
H^+, HCO_3^- , органические кислоты	<u>Окисление</u> <u>кислыми</u> <u>водами</u>	<u>Кислый</u>	<u>Бескарбонат-</u> <u>ный глеевый</u>	<u>Кислый</u> <u>сульфидный</u>
Ca^{2+} , HCO_3^- , Mg^{2+}	<u>Окисление</u> <u>нейтральными</u> <u>водами</u>	<u>Нейтральный</u> <u>карбонатно-</u> <u>кальциевый</u>	<u>Карбонат-</u> <u>ный</u>	<u>Нейтральный</u> <u>карбонатный</u> <u>сульфидный</u>

Ландшафтно-геохимические процессы



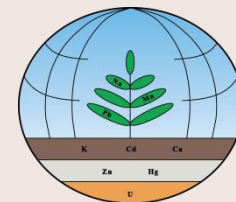
- **Гидрогенез** (по А.Е.Ферсману) – совокупность геохимических процессов в зоне гипергенеза, связанных с проникновением воды в литосферу и сопровождающихся растворением, переносом и выпадением из растворов различных вадозных минералов.
- **Биогенез** (по А.Е.Ферсману) – совокупность геохимических процессов, обусловленных созданием и разложением органического вещества в ландшафтах, биогенной миграцией и аккумуляцией химических элементов, приводящих к формированию биогеохимических барьеров.

Ландшафтно-геохимические процессы

<i>Процессы</i>	<i>Ландшафты</i>		
	Субаэральные	Супераквальные	Аквальные
Автотрофный биогенез	Мезоморфные и ксероморфные биоценозы	Гигроморфные и гидроморфные биоценозы	Водные планктонные и бентосные биоценозы
Детритогенез	Подстилки, войлоки		Сапропели
	Сухоторфянистые горизонты	Влагонасыщенные торфянистые горизонты, торфяники	
Алюмо-силикатогенез	Каолитиновые, каолинит-серицитовые древние коры выветривания, метосоматические замещения первичных алюмосиликатов вторичными		
Опалогенез	Кремниевые фитоциты, присыпки аморфного кремнезема в почвах и рыхлых отложениях, кремниевые аккрыши в песках, реликтовые и современные силкриты		Диатомовые илы, диатомиты
Кальцитогенез	Известковые «бородки», белоглазки, псевдомицелий	Луговой мергель, журавчики дутики, калкриты	Обызвесткованные илы, известковые биолиты (раковины моллюсков)
Галогенез	Гипсовые и реликтовые солевые горизонты	Солевые корки на поверхности почв, гипсовые и солевые горизонты и рассеянные новообразования в почвах и породах	Рапа, соленые илы, пропласты солей в донных отложениях

Ландшафтно-геохимические процессы

<i>Процессы</i>	<i>Ландшафты</i>		
	Субаэральные	Супераквальные	Аквальные
Сульфидогенез	Не проявляется	Черные гидротроилитовые горизонты	Гидротроилитовые илы, ново-образования пирита, марказита
Глеегенез	Зеленовато-сизые, оливковые пятна и горизонты с новообразованиями ферроферригидрита, сидерита и вивианита. Отбеленные глеевозлювиальные горизонты в почвах, коре выветривания, рыхлых отложениях		Оглеенные илы со скоплениями сидерита, вивианита
Оксидогенез	Железомарганцевые пленки загара, маловодные окристаллизованные оксиды железа и марганца в древней ферсиаллитной коре выветривания, диффузные и конкреционные новообразования в почвах	Горизонты обоживания, ожелезнения, сцементированные ортзанды, ортштейны (железомарганцевые хардпены)	Озерные железомарганцевые руды
Хелатогенез	Алюмо-железисто-гумусовые горизонты в почвах, органожелезисто-марганцевые		Озерные органожелезисто-марганцевые руды
	Конкреции, роренштейны	Органожелезисто-марганцевые хардпены	
Гуматогенез	Гумусовые горизонты в современных субаэральные и супераквальных почвах, погребенные гумусовые горизонты и рассеянный гумас в рыхлых отложениях		Содержащие гумус донные отложения

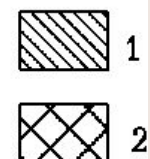


- **Гуматогенез** (по М.А.Глазовской) – образование и накопление в ландшафтах наименее подвижных, устойчивых органоминеральных производных гумусовых веществ – гуматов кальция, насыщенных кальцием комплексных гетерополярных соединений и насыщенных кальцием адсорбированных комплексов. Гуматогенез – геохимический процесс, свойственный ландшафтам кальциевого класса водной миграции.
- **Хелатогенез** (по М.А.Глазовской) – образование и накопление в ландшафтах ненасыщенных комплексных алюмо- и железогумусовых кислот, их солей и адсорбированных комплексов. Хелатогенез характерен для ландшафтов кислого и кислого глеевого классов водной миграции.

Распространение ландшафтно-геохимических процессов в различных природных зонах

(ландшафты – 1 – субаэральные, 2-супераквальные)

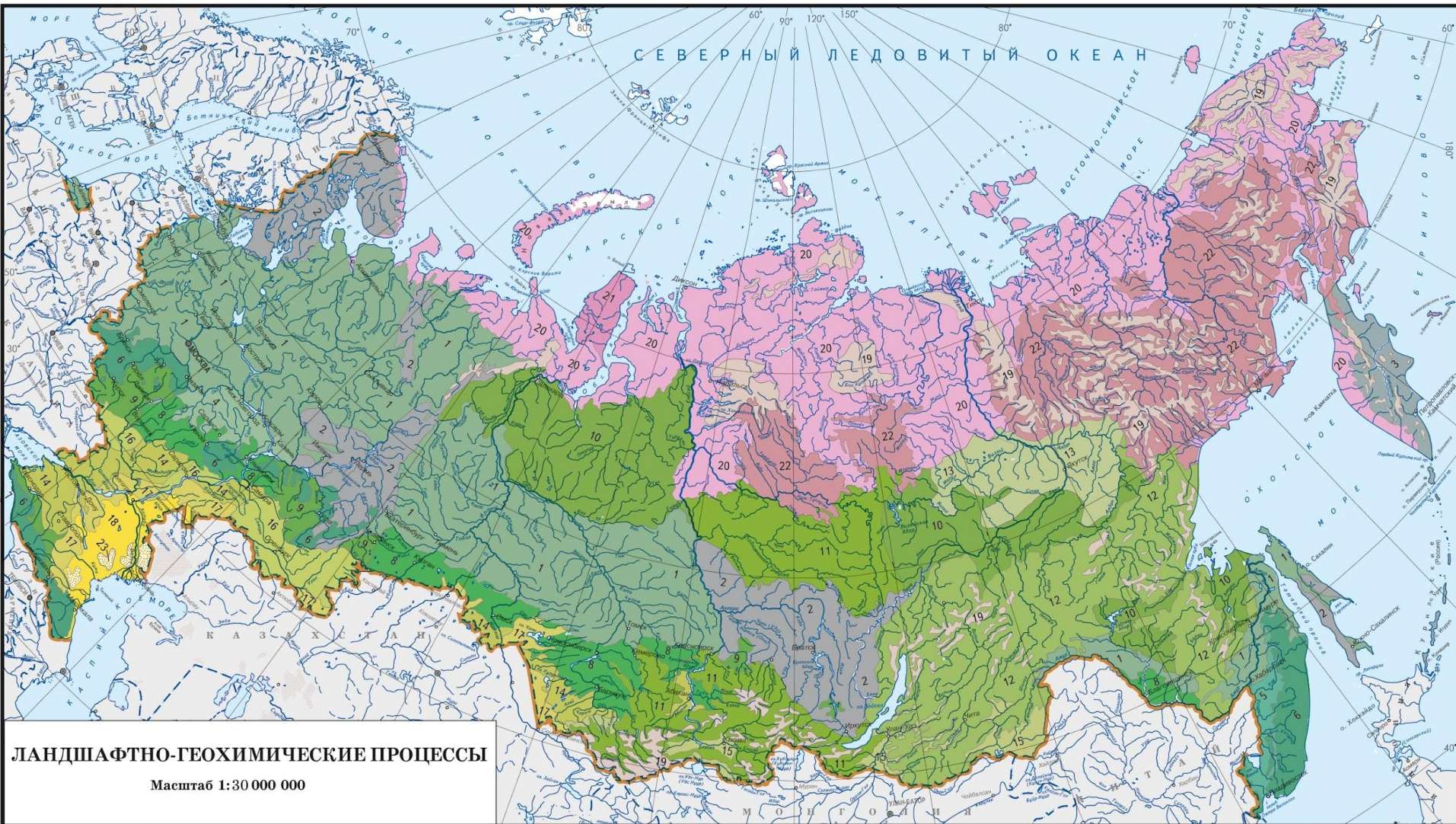
Равнинные ландшафтные зоны и подзоны	Процессы выщелачивания						Процессы аккумуляции													
	Хеловиального	Глесселовиального	Углекислотного	Углекислотного глеевого	Щелочного	Щелочного глеевого	Детрито-генез		Хелато-генез		Оксидо-генез		Опало-генез		Гумато-генез		Кальцито-генез		Гало-генез	
							1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Арктические пустыни и тундры																				
Тундры																				
Лесотундры																				
Северотаежные леса																				
Среднетаежные леса																				
Южнотаежные леса																				
Широколиственные и мелколиственные леса																				
Луговые степи																				
Разнотравно-дерновиннозлаковые степи																				
Сухие степи																				
Полупустыни																				
Пустыни эфемероидно-попынные и солянковые																				
Пустыни песчаные саксаулово-кустарничковые																				



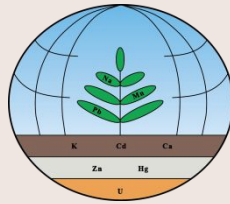
Ландшафтно-геохимические процессы

[illegible]

Ландшафтно-геохимические процессы



Ф.И.Козловский

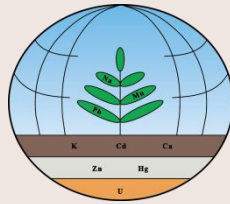


- Элементарные ландшафтные процессы
- Ландшафтно-геохимические потоки (внешний и внутренний)
- Элементарные ячейки ландшафта
- Миграционная структура геохимического ландшафта и ее соотношение с генетической однородностью ландшафта
- Структурно-функциональная и математическая модель миграционных ландшафтно-геохимических процессов
- Принцип максимального миграционного взаимодействия Ф.И.Козловского

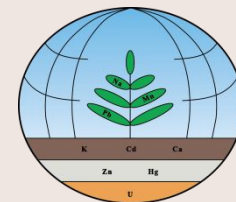


Эволюционно-геохимическая концепция

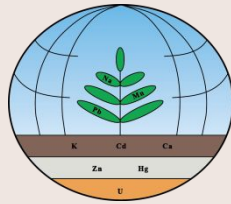
Закон прогрессивного развития верхней оболочки нашей планеты



- Прогрессивное развитие верхней оболочки нашей планеты осуществляется через систему последовательных геохимических циклов — тектономагматических и биосферных (А.И.Перельман)



- Правило цикличности формирования коры выветривания Б.Б.Полынова
- Эпигенетическая концепция А.И.Перельмана.
- Критерий эпигенетического минералого-геохимического диссонанса.
- Концепция стадияльной гетерохронности и принцип стадияльного фазового диссонанса почвенного покрова.
- Принцип историко-геохимической эмерджентности или правило суммирования малых геохимических доз.



Принцип геохимического актуализма

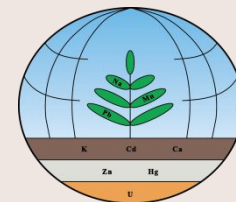
- **Актуализм** – метод познания геологического прошлого.

Ландшафтно-палеогеохимические реконструкции:

1. Суть геохимических реакций и минералообразования *качественно* не изменялась в истории Земли, испытывая лишь количественные трансформации.
2. С момента выхода жизни на сушу биогеохимические процессы *качественно* не изменялись.

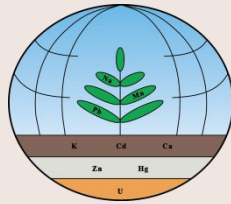


Концепция эколого-геохимической устойчивости



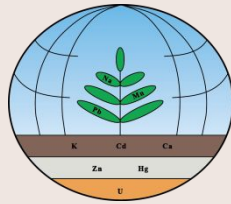
- **Эколого-геохимическая устойчивость** — это способность почв (природных систем) нейтрализовать отрицательные эффекты воздействия техногенных веществ или потенциал сохранения данной природной системой режима функционирования (М.А.Глазовская).

Правило загрязненности природных биокосных систем (правило загрязненности Глазовской)

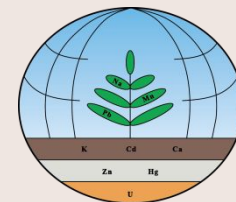


- Показателем нормального функционирования ландшафта является его биологическая продуктивность и качество создаваемой биологической продукции: уровень продуктивности не должен понижаться, в биомассе не должны накапливаться элементы в количествах, нарушающих жизненные функции организмов, в почвенной биоте должен сохраняться полезный генофонд.

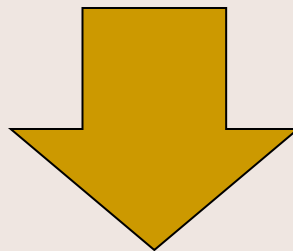
Принцип соответствия Глазовской



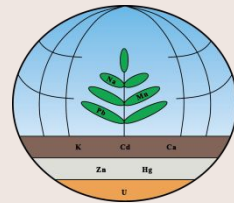
- Устойчивость природных систем по отношению к техногенным воздействиям определяется их характером, свойствами природных систем (геохимической структурой, функционированием) и типом ответных реакций последних на техногенные воздействия.



- Принцип геохимической совместимости Солнцевой
- Правило стадияльного диссонанса техногенно обусловленного развития ландшафтов



Ландшафтно-геохимические, почвенно-геохимические, биогеохимические серии, ряды и сукцессии



- **Технобиogeомы** – ландшафтно-геохимические системы, которые объединяются по сходному уровню устойчивости к однотипным техногенным воздействиям (М.А. Глазовская)