

# Тема 11. Химический состав рек

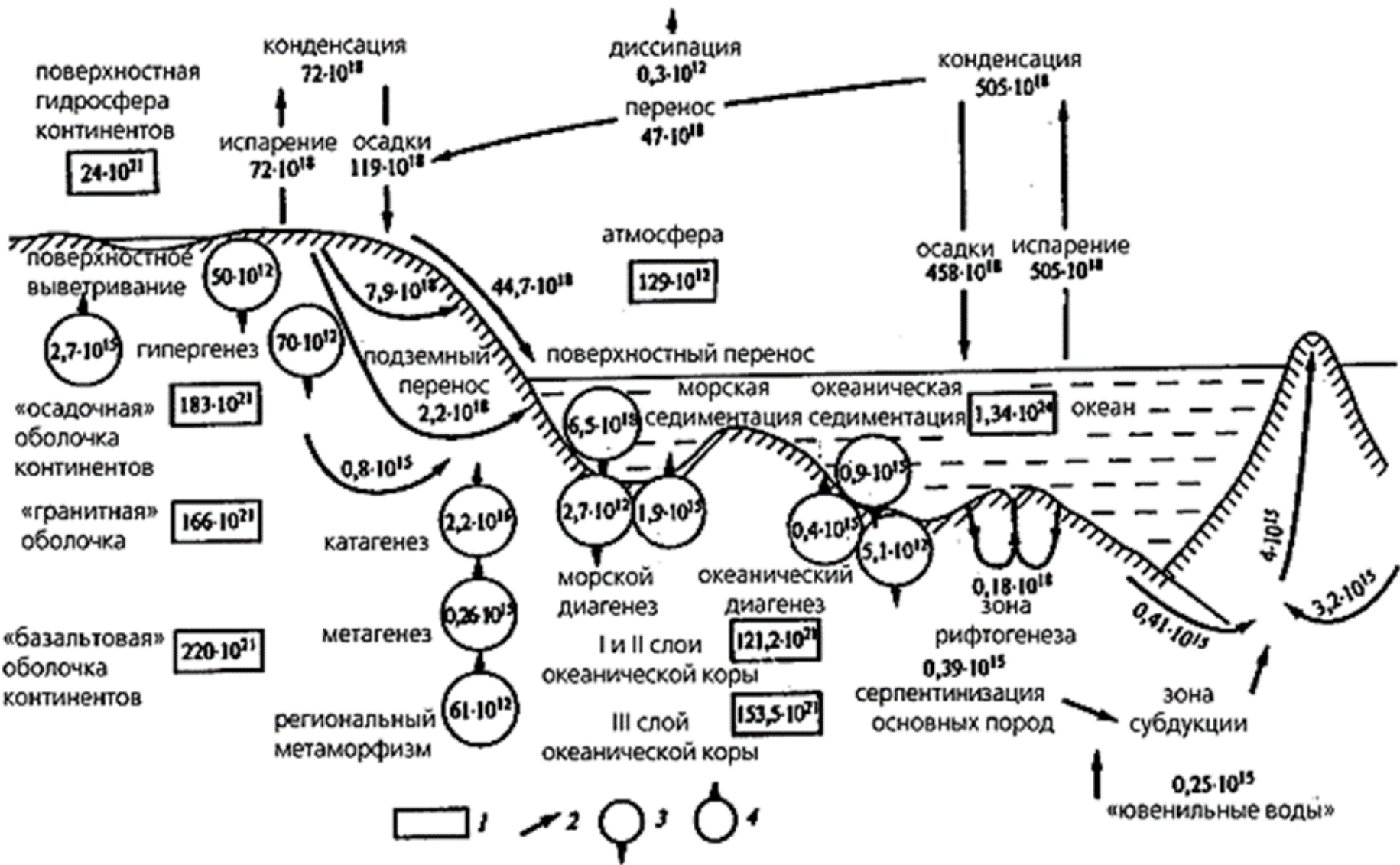
Речной сток – один из основных элементов круговорота воды в гидросфере.

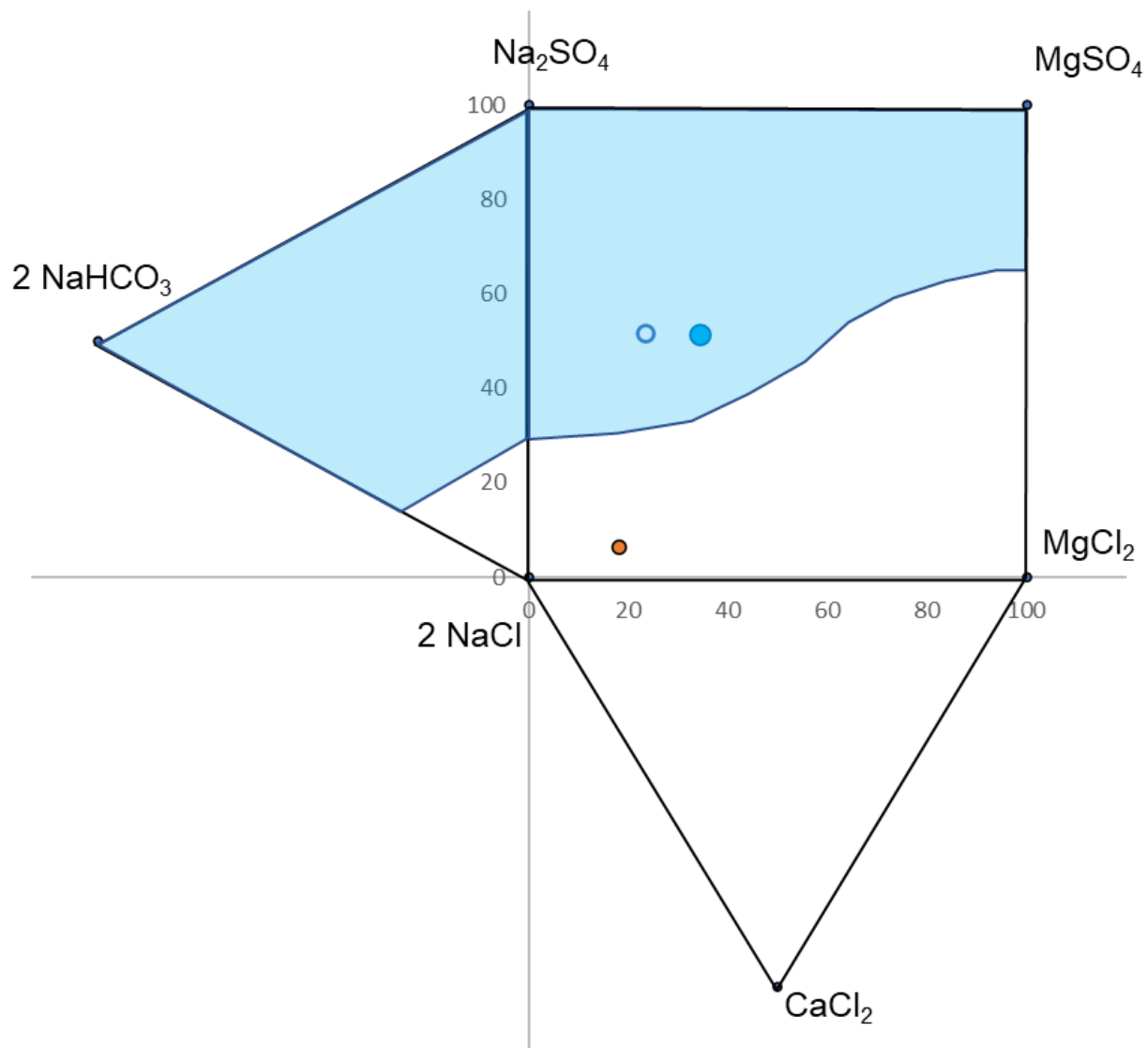


По [The USGS Water Science School - The Water Cycle]

# Оценка потоков вещества в цикле воды. По (Зверев, 2011).

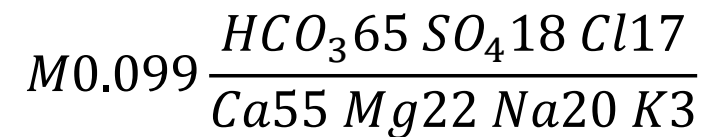
Через речной сток реализуется 95% общего потока воды с суши в океан.





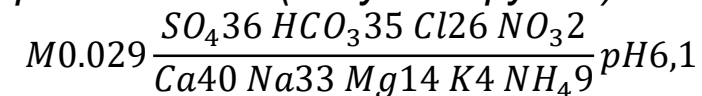
Составы речной воды на диаграмме Валяшко

Среднемировой состав (синий кружок)

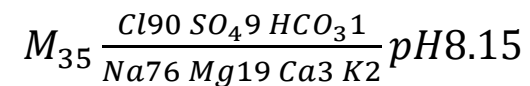


Для сравнения:

– атмосферные осадки (голубой кружок)



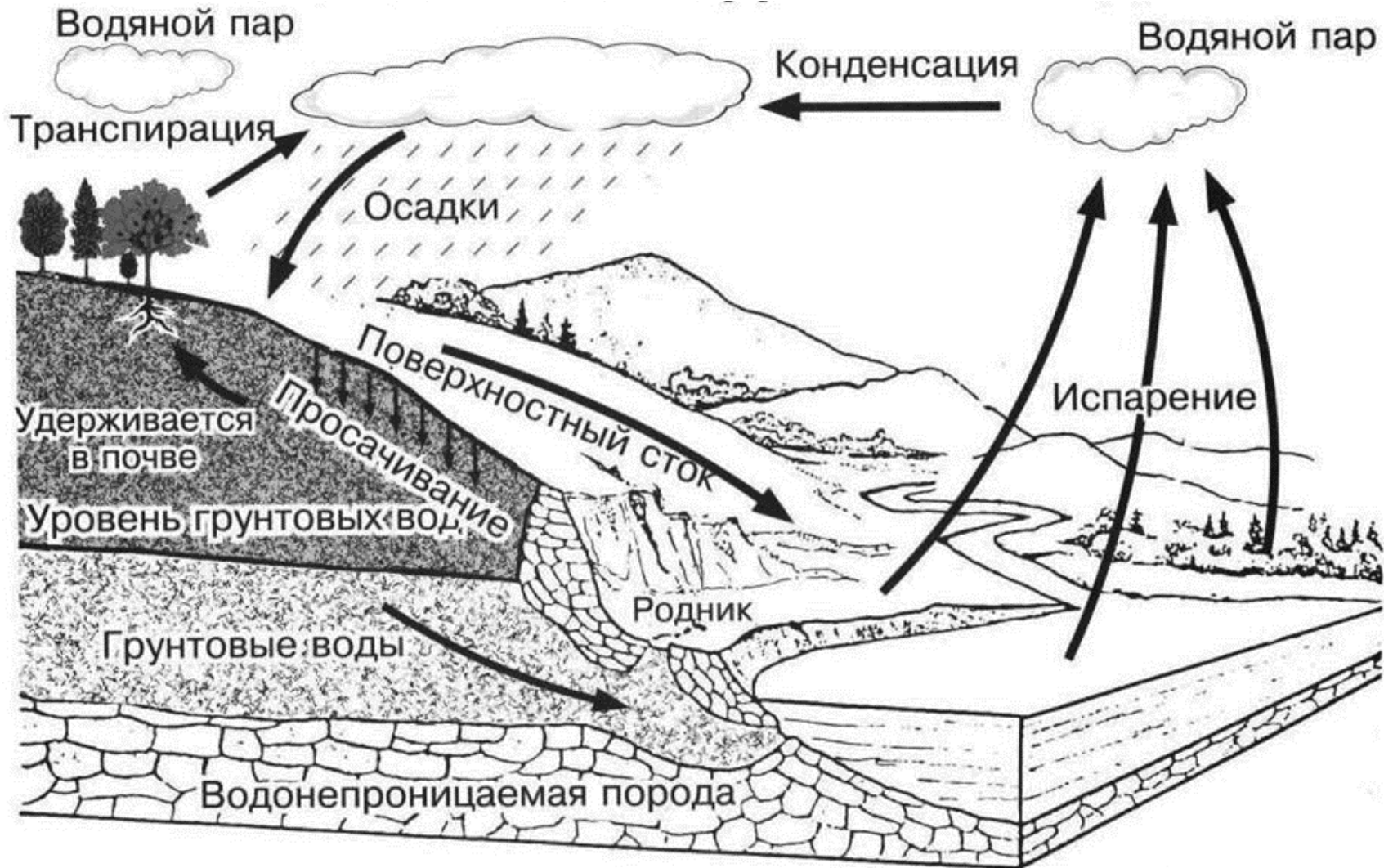
– мировой океан (красный кружок)



Источники растворенного вещества речных вод:

1. Атмосферные осадки и поверхностный сток.
2. Грунтовые и подземные воды.
3. Обмен газообразными компонентами с атмосферой.
4. Биологическая продукция и деструкция в водоеме.
5. Техногенное загрязнение.

# Соотношение поверхностного и подземного стока при формировании речной воды

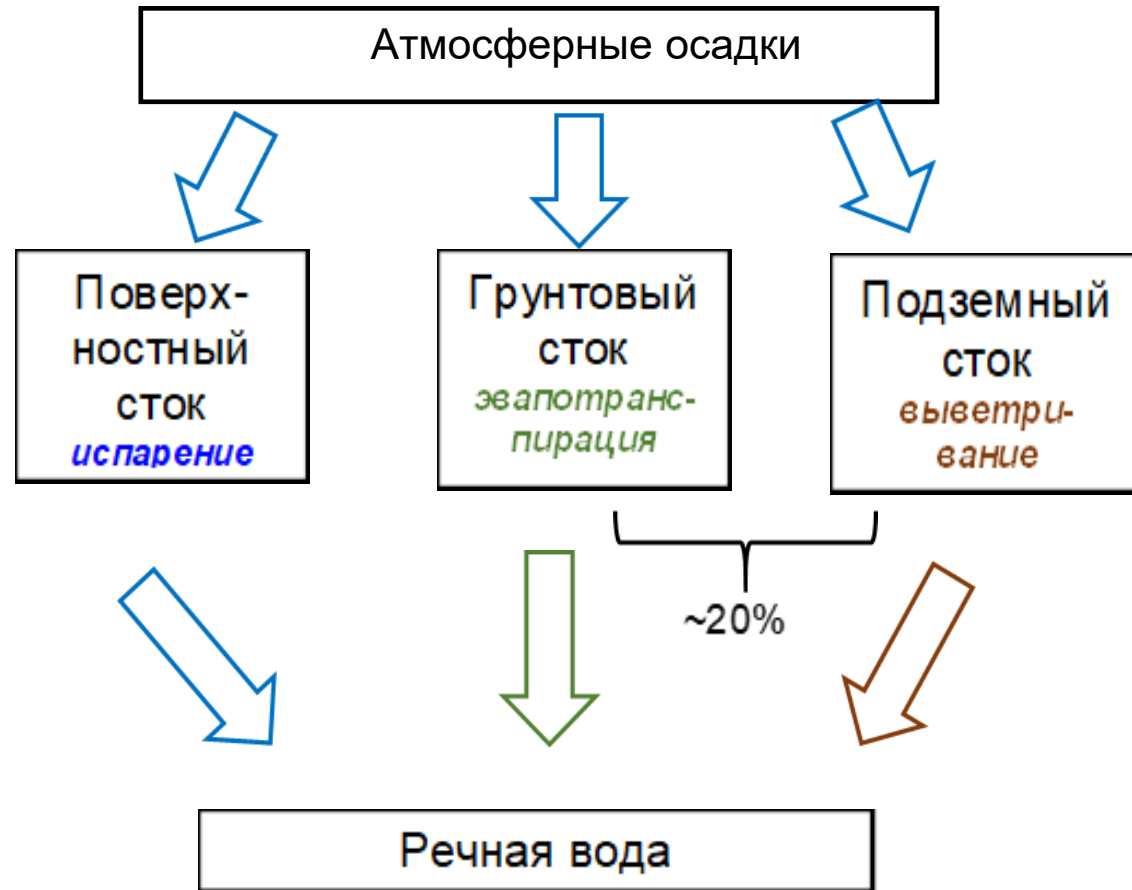


		Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	ΣM
Украина								
1	Состав атмосферных осадков для 11 пунктов (81 проба)	5,77	1,74	7,56	20,39	15,59	4,47	55,52
2	Состав атмосферных осадков вблизи г. Харькова (55 проб)	5,32	1,85	2,06	9,98	11,81	4,20	35,22
3	Состав атмосферных осадков Ростовской области (364 пробы)	5,8	1,6	3,7	14,2	11,4	3,5	40,2
4	Средний арифметический состав атмосферных осадков с учетом испарения ( <b>слой осадков 550 мм, стока – 130 мм</b> )	23,80	7,32	18,78	62,86	54,69	17,17	184,62
5	Средний состав речных вод бассейна Черного и Азовского морей	43,4	8,6	18,5	138,5	41,5	16,5	267,0
6	Разность между строками 5 и 4	<b>+19,6</b>	+1,28	-0,28	<b>+75,64</b>	-13,19	-0,67	82,38
Северо-западные области бывшего СССР								
1	Состав атмосферных осадков для 10 пунктов (12 проб)	3,21	1,33	2,30	12,45	4,66	3,62	27,57
2	Состав атмосферных осадков с учетом испарения ( <b>слой осадков 630 мм, стока – 260 мм</b> )	7,77	3,22	5,57	30,13	11,28	8,76	66,73
3	Средний состав речных вод бассейна Балтийского моря	19,4	5,0	3,0	81,8	7,0	4,0	120,2
4	Разность между строками 3 и 2	<b>+11,63</b>	+1,78	-2,57	<b>+51,67</b>	-4,28	-4,76	53,47
Вся территория бывшего СССР								
1	Состав атмосферных осадков по 40 пунктам (120 проб)	4,82	1,74	5,12	18,20	9,17	5,46	44,51
2	Состав атмосферных осадков с учетом испарения ( <b>слой осадков 400 мм, стока – 180 мм</b> )	10,70	3,86	11,37	40,40	20,36	12,12	98,81
3	Средний состав речных вод всей территории бывшего СССР	18,9	4,3	9,3	62,2	18,4	9,9	123,0
4	Разность между строками 3 и 2	<b>+8,2</b>	+0,44	-2,07	<b>+21,80</b>	-1,96	-2,22	24,19

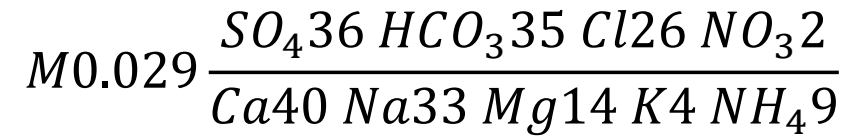
Сопоставление состава атмосферных осадков с речным стоком. (По О.А.Алекину и Л.В.Бражниковой)

Основная часть воды атмосферных осадков испаряется с поверхности земли и из почвы. При этом концентрация воды в поверхностном и грунтовом стоках возрастает. Существенно добавляются только продукты растворения карбоната кальция. За счет этого минерализация речной воды увеличивается относительно атмосферных осадков.

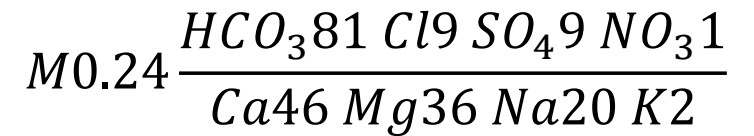
# Схема формирования состава речных вод



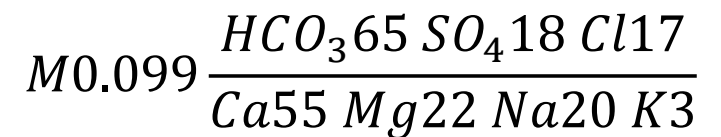
Атмосферные осадки



Грунтовые воды



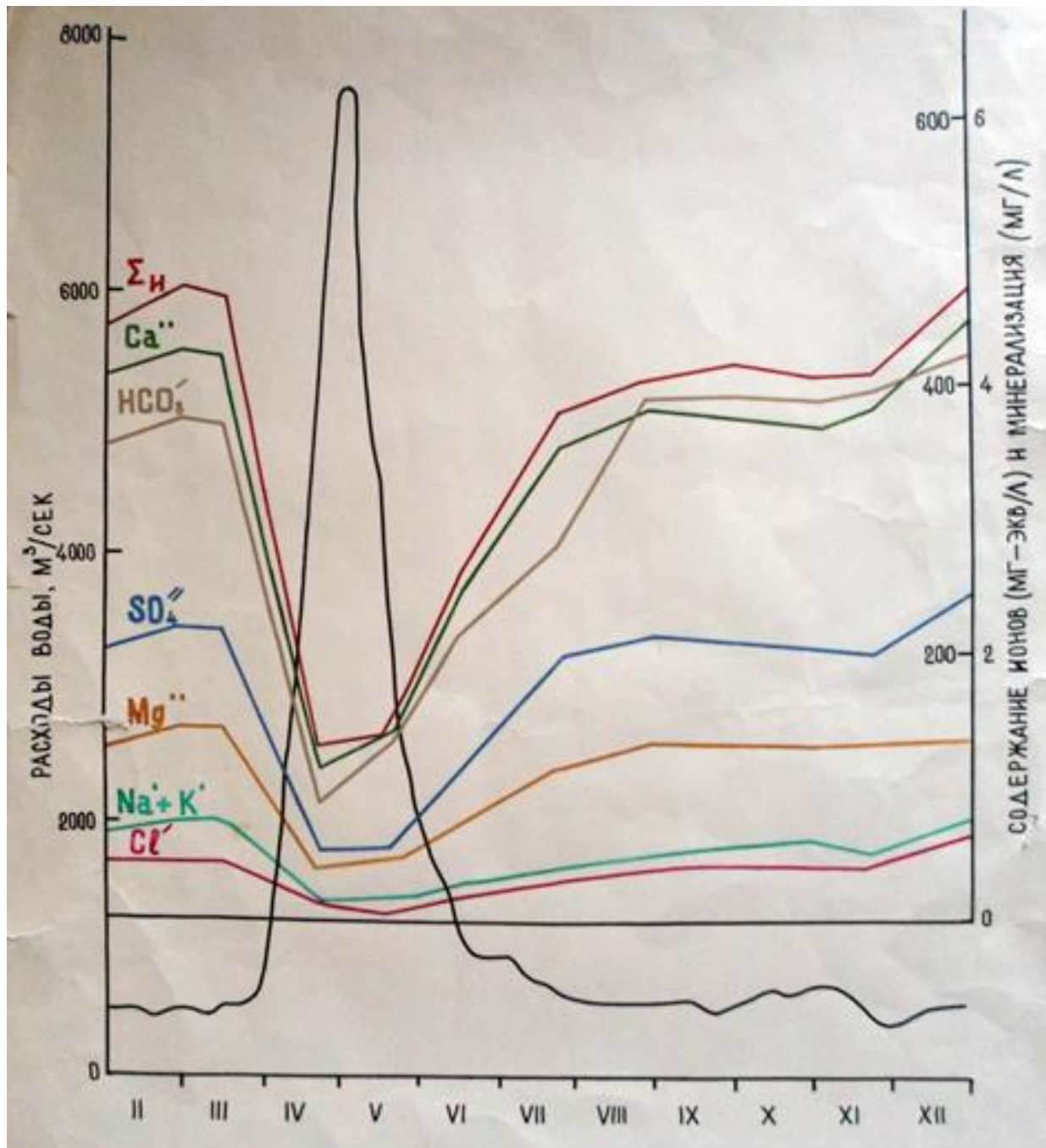
Речная вода





По режиму питания реки делятся на:

1. Снеговое питание (почти все на территории России, половодье – в марте-апреле).
2. Ледниковое питание (некоторые реки Сев. Кавказа и Алтая – половодье в августе).
3. Муссонное питание (реки бассейна Амура – половодье в мае-июне).



Сезонная изменчивость состава главных ионов в воде р.Волги (до зарегулирования).

Характерная особенность рек – величина химического стока, определяемого как произведение средней концентрации иона на расход, почти не подвержена сезонной изменчивости для макрокомпонентов  $Cl$ ,  $SO_4$ ,  $Na$ ,  $K$  и  $Mg$ , но увеличивается для  $Ca$  и  $HCO_3$ . Это результат усиления растворения  $CaCO_3$  в почвах водосборного бассейна большим объемом талых вод.

# Климатическая зональность состава рек

# МИНЕРАЛИЗАЦИЯ РЕЧНЫХ ВОД

СЕВЕРНЫЙ ЛЕДОВИТЫЙ ОКЕАН



Гидрохимия рек, отнесенная к периоду низких уровней теплого времени года

**Гидрокарбонатный класс (мг/л)**

- более 1000
- 500-1000
- 200-500
- менее 200

**Хлоридный класс (мг/л)**

- более 200
- 500-1000

**Сульфатный класс (мг/л)**

- 500-1000
- 200-500

**Катионовый состав**

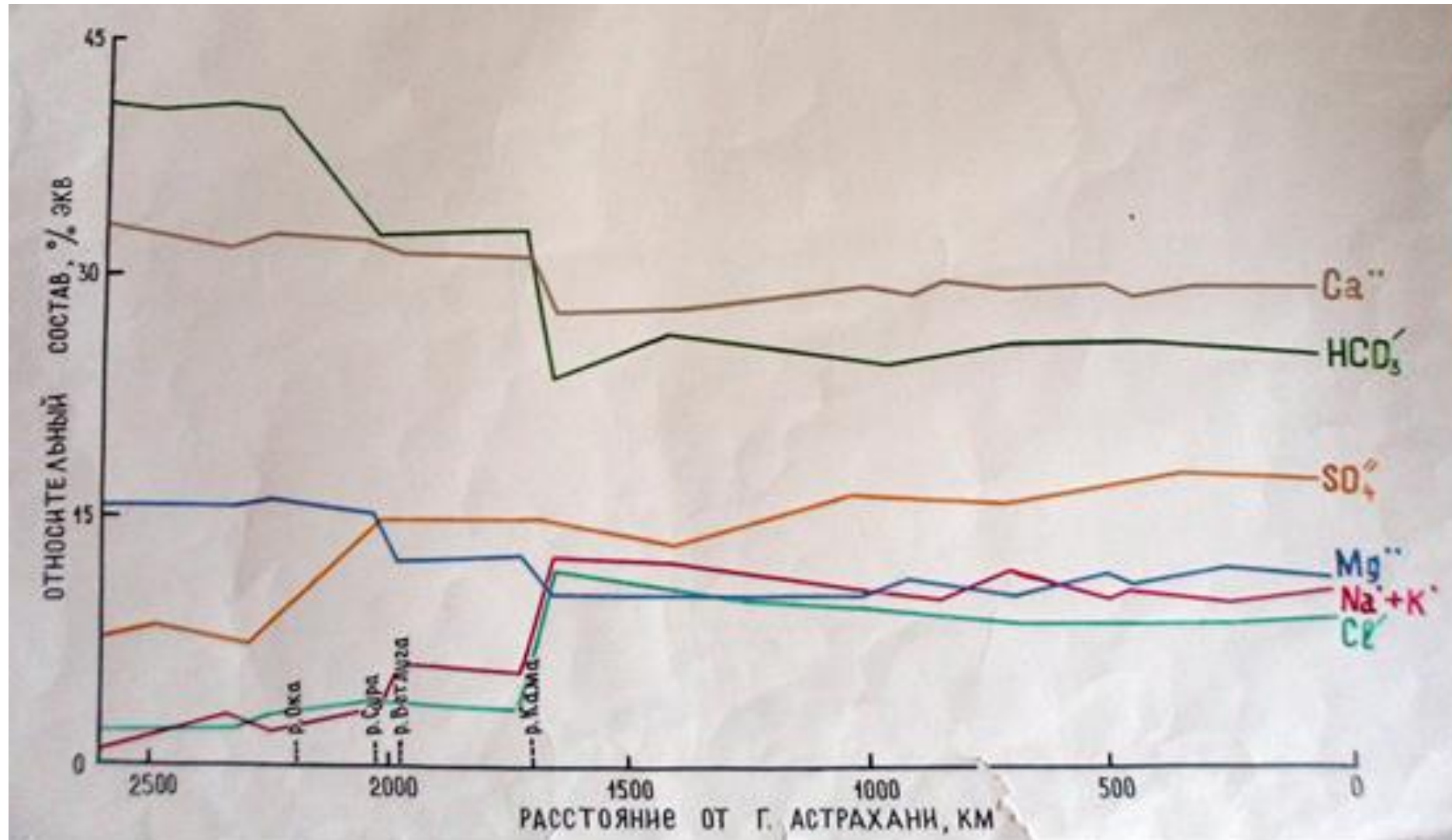
- Na
- Ca

Области лишённые местной речной сети

Масштаб 1:30 000 000

Трансзональные реки – крупные реки с меридиональным течением. Области их питания и нижнее течение находятся в разных климатических зонах (Волга, Обь, Енисей, Нил и др.).

# Влияние состава и строения Земной коры



Оно проявляется через подземное питание рек.



Смешение вод.

Место слияния рек Кура и  
Арагви (Грузия).

(течение рек – справа налево).

Формы переноса элементов в речных водах – взвешенные и растворенные.

В естественных условиях для большинства рек для большинства элементов преобладает взвешенная форма.

Истинно-растворенная в мировом стоке преобладает для 8 элементов – Na, Ca, S, F, Cl, Br, I, Sb (по сводке В.В.Гордеева, 1983).

*Имеется предположение, что техногенное загрязнение увеличивает долю растворенных форм токсичных элементов.*



# Самоочищение речных вод

Самоочищение водоемов – способность водоемов в результате воздействия совокупности естественных процессов восстанавливать после загрязнения природные свойства водоема.

Каждый водоем – это сложная экосистема, где протекают физические процессы, химические реакции, обитают бактерии, водные растения, различные животные. Совокупная их деятельность обеспечивает самоочищение водоемов.

Факторы и механизмы самоочищения можно условно (для удобства изучения) разделить на физические, химические и биологические.

## 1. Физические факторы и механизмы самоочищения водоемов

- Интенсивное течение рек обеспечивает хорошее перемешивание и снижение концентраций вредных веществ и организмов.
- Осаждение взвеси на дно водоема.
- Испарение загрязняющих веществ с поверхности воды (например, легких углеводородов нефтяного ряда).
- Ультрафиолетовое обеззараживание воды, т. к. ультрафиолетовые лучи губительны для различных микробов, бактерий и пр.

## **2. Химические факторы.**

- Адсорбция растворенных загрязняющих веществ на поверхности частиц взвеси.
- Образование нерастворимых соединений (в первую очередь, при гидролизе), переходящих во взвесь;
- Фотолитическая деградация органических соединений под действием ультрафиолетового излучения Солнца.
- Химическое окисление органических и неорганических веществ растворенным кислородом.
- Нейтрализация загрязнений за счет буферных свойств природных вод.

## **3. Биологические факторы.**

- Фильтрация и адсорбция растениями, фильтрация и абсорбция организмами (главным образом, моллюсками-фильтраторами и зоопланктоном)
- Микробиологическая минерализация органических соединений (бактериями, низшими грибами и др. организмами).

Способность к самоочищению зависит от мощности водотока: на крупных реках оно достигается через 15-30 км, на средних – через 30-60 км, на мелких – до 100 км (зависит от масштабов загрязнения).

Способность самоочищения критически зависит от температуры воды. В холодном климате она резко снижается.

Умеренные антропогенные воздействия, в том числе – эвтрофикация приводят к перестройке природных экосистем (в природно-техногенные). Это, в первую очередь, выражается в усиленном размножении сапрофитных микроорганизмов, расщепляющих сложные органические соединения до более простых. Вследствие этого способность к самоочищению умеренно загрязненных водоемов, как правило, повышается.

Интенсивное техногенное воздействие может нарушать биологическое равновесие водных экосистем и вследствие этого сильно снизить возможность самоочищения сильно загрязненных водоемов.

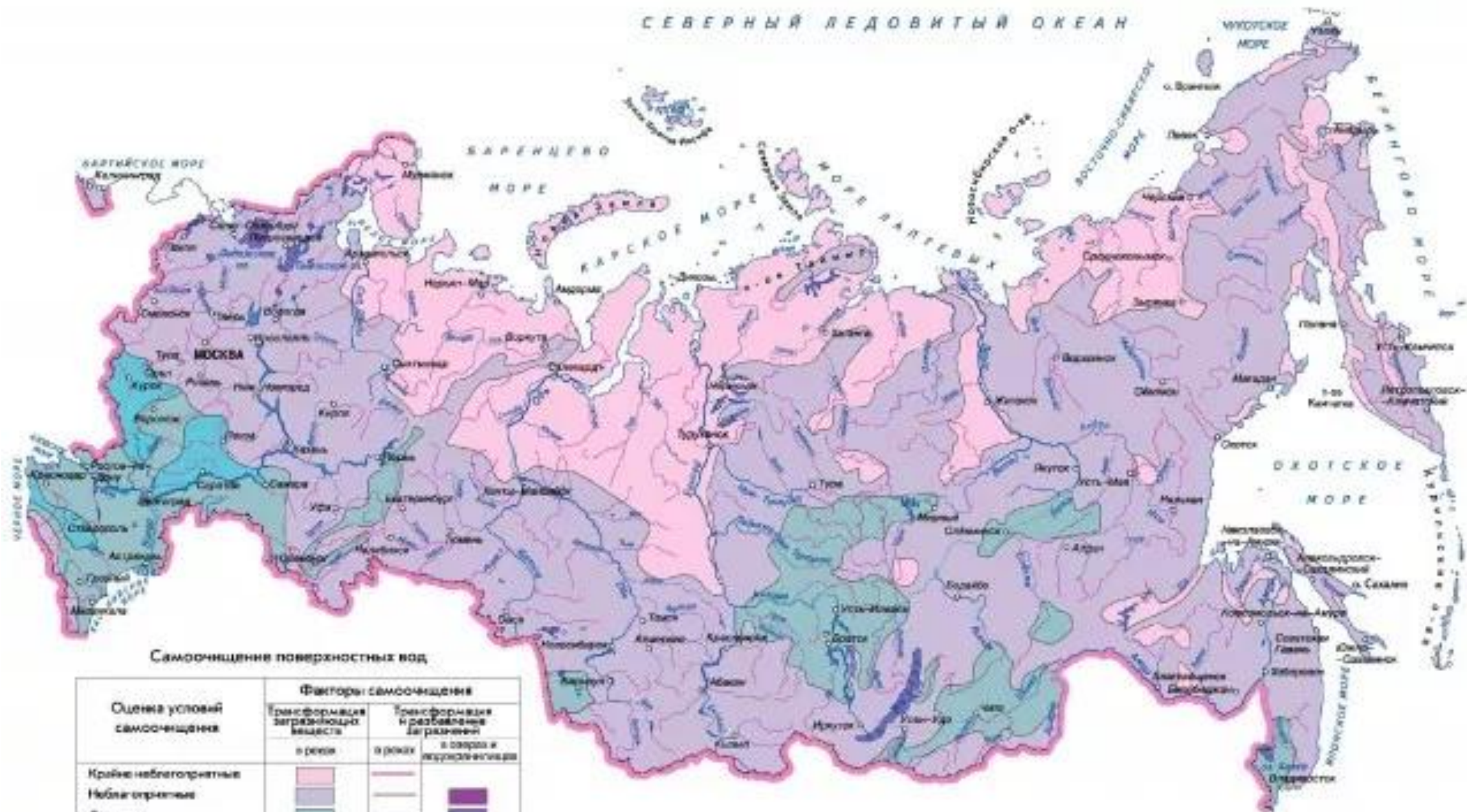
Санитарный режим водоема характеризуется, в первую очередь, количеством растворенного в воде кислорода.

Исчезновение кислорода из воды переводит экосистему водоема в кардинально иное состояние. В отношении высших организмов это выражается в заморах рыб и других животных, гибели водной растительности, смене микробиоценоза в пользу микроорганизмов – анаэробов.

В умеренном климате выделяют зимние и летние заморы, различающиеся причинами возникновения. Зимние заморы обязаны образованию ледяного покрова, препятствующего поступлению кислорода из воздуха в водоем. Летние заморы (проявляются в озерах и водохранилищах, но не в реках) возникают вследствие температурной стратификации водной толщи в условиях высокой биологической продуктивности водоема (эвтрофикация, «цветение»).

Аэробные и анаэробные экосистемы в водоемах существенно различаются по соотношению факторов и механизмов процессов, и по самой способности к самоочищению – в анаэробных системах она снижается.

СЕВЕРНЫЙ ЛЕДОВИТЫЙ ОКЕАН



Самочищение поверхностных вод

Оценка условий самоочищения	Факторы самоочищения	
	Трансформация загрязняющих веществ в реках	Трансформация и разбавление загрязнений в озерах и искусственных водоемах
Крайне неблагоприятные		
Неблагоприятные		
Средние		
Благоприятные		
Наиболее благоприятные		

Масштаб 1:30 000 000



Природоохранная деятельность на водных объектах включает нормирование водопользования и охрану водных источников.

Нормирование (в соответствии с Водным кодексом РФ) заключается:

- в установлении лимитов водопользования (водопотребления и водоотведения);
- в разработке и принятии стандартов, нормативов и правил в области использования и охраны водных объектов.

Нормирование водоотведения - это установление лимитов (нормативов) на сброс сточных вод (ПДС). Они устанавливаются для того, чтобы не допустить перегрузки водного объекта загрязняющими веществами, их метаболитами и продуктами распада, нарушающими условия водопользования и представляющими угрозу для нормального функционирования водной экосистемы.

Оборотная сторона самоочищения водоемов —  
накопление техногенных илов.

**Техногенные илы** (по Янину, 2018) - особый вид аллювиальных отложений, возникающих в природно-техногенных системах. Техногенные илы отличаются от природных аллювиальных отложений минеральным и химическим составом, гранулометрией и темпами накопления, но сходны с ними по распределению на акваториях и по форме образующихся тел.

Техногенные илы, депонируя загрязняющие вещества, частично обезвреживают токсичные выбросы техногенеза, особенно на начальных этапах загрязнения водотоков. Однако буферная способность илов по отношению к поллютантам не беспредельна; даже в случае полного прекращения поступления сточных вод в водный объект техногенные илы длительное время могут быть вторичным источником загрязнения окружающей среды. Химические реакции и микробиологические процессы, происходящие в них, могут вести к образованию подвижных токсичных соединений многих химических элементов.

**Нормативно-правовая база обращения с техногенными илами до сих пор не разработана.**

