

նական միջավայրի էական փոփոխությունների, զգալիորեն վնասում էկոլոգիական պայմաններին, Այդ, բացի էություն, տեխնաժին կամ մարդածին ազդեցությունը շրջակա միջավայրի վրա, շնայած իր բնույթով տարբերվում է նախորդ երկու փուլերի էկոլոգիական փոփոխություններն առաջացնող պրոցեսներին, այնուամենայնիվ, այն պետք է մտցվի սեյսմաէկոլոգիական պրոցեսների մեջ, քանի որ այն իր ծագմամբ պայմանավորված է երկրաշարժով:

A. I. KARAPETIAN

SEISMOECOLOGY AS THE MOST IMPORTANT BRANCH OF GEOECOLOGY. STAGES OF ITS MANIFESTATION

A b s t r a c t

The strong earthquakes ($M=5-6$) are active geoeological factors in densely populated regions with a developed industry as well as with a wide and dense network of communications.

Under the immediate influence of geological transformations, associated with the Spitak earthquake, December 7, 1988, as well as with its previous and subsequent processes, the ecological conditions changes have taken place. These changes intensity, character and velocity were essentially different, depending on the manifestation stages of the earthquake. The author has previously suggested to name these processes as seismoecological changes and to identify three main staged or their manifestation, connected with three various but interrelated and interconditioned processes of earthquakes becoming imminent and realizing.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Карпетян А. И. Сейсмоэкология—новое научно-прикладное направление геоэкологии. ДАН АрмССР, т. XXIX, № 2, 1990, с. 88—93.
2. Сычев К. И. Геоэкологическое изучение территории СССР. — Разведка и охрана недр, 1990, № 3, с. 3—10.

Известия АН Армении, Науки о Земле, 1990, XLIII, № 2, 55—74.

УДК: 556.532

Г. П. ТАМРАЗЯН

ОБЩЕПЛАНЕТАРНЫЙ РЕЧНОЙ СТОК И РЕЧНЫЕ ВОДЫ ЗЕМЛИ

Рассматривается речной сток на Земле в зависимости от их масштабности. Выявлены соотношения между длиной рек и площадью их бассейнов, извилистостью русел рек, стоком речных вод и сносом взвешенных веществ (наносов), а также другие скрытые связи. Между некоторыми рассмотренными явлениями имеются однозначные соотношения, поддающиеся качественной и количественной оценке.

Вопрос о соотношениях между длиной рек и площадью их бассейнов по всей Земле в целом в прошлом не привлекал внимания. Между тем этот вопрос интересен в теоретическом отношении и быть может в будущем приобретет и практическое значение. Ниже рассматриваются в этом ракурсе основные самостоятельные реки планеты, т. е. реки, которые непосредственно впадают в океаны, моря и иногда в крупные озера. И лишь в одном случае (рис. 2) рассмат-

риваются притоки крупных и гигантских рек, причем по тем же критериям, что и для самостоятельных рек.

Будем пользоваться условным понятием о коэффициенте поперечной площадной обеспеченности речной сети (Q). Под этим понятием имеется в виду отношение площади бассейна (в км²) реки к ее длине (в км). Итак, имеем

$$Q = \frac{S}{L}, \quad (1)$$

где Q — коэффициент поперечной площадной обеспеченности на единицу длины реки (в км² на км), S — площадь бассейна реки (км²), L — длина реки (км).

Коэффициент поперечной площадной обеспеченности (Q) совершенно не представляет ширину бассейна реки, как это может ошибочно показаться. Этот коэффициент в существенной мере зависит от извилистости русла реки. При одной и той же величине площади бассейна речной системы у рек с более прямолинейным руслом коэффициент Q будет намного больше, чем у извилистых (меандрирующих) рек, характерных чаще для равнинных территорий*. В отношении гигантских рек (площадью бассейнов свыше 300.000 км², табл. 1) выявляется тенденция к ослаблению возрастания площади речных бассейнов по мере увеличения длины рек; для речных бассейнов меньшей масштабности наблюдается обычное увеличение их площади, приходящейся на единицу длины рек, по мере увеличения протяженности рек.

Рисунок 1 отчетливо показывает, что коэффициент Q распределяется в природе в узких пределах из казалось бы почти всевозможных (на рисунке показаны лишь самостоятельные реки, впадающие непосредственно в океаны, моря и иногда крупные озера, например, Каспийское море).

Соотношения между длиной рек и площадью их бассейнов изменяются в общепланетарном масштабе согласно формуле (2):

$$\lg S = -H \lg Q - h + \frac{\pi Q}{K}, \quad (2)$$

где S — площадь бассейна реки (в тыс. км², на рисунке в десятичных логарифмах), H — средний уровень скомпенсированной массы поверхности Земли (км); подробно об этом понятии отмечено ниже, Q — коэффициент поперечной площадной обеспеченности речной сети (в км² на 1 км длины реки), h — средняя высота всех материков Земли, несущих речные системы (в км), R — радиус Земли (км).

В формуле (2) для конкретного геологического момента (например, современного) все параметры строго лимитированы. Коэффициент Q является единственной переменной величиной в формуле (2). Параметр h представляет среднюю высоту материков Земли. Поскольку Антарктида лишена речных систем, то она не принимается в расчет при выводе средней высоты суши. Кроме того, невысокая Австралия имеет мало рек, многие из которых не являются полноценными, пересыхая в теплое время года. Поэтому можно использовать среднюю высоту материков, несущих главные речные системы Земли (Европа, Азия, Африка, Северная Америка, Южная Америка); для них средняя высота материков h составляет 0,75 км. Если же к этим материкам добавить и Австралию, то средняя высота материков

* Так, например, при площади бассейна в 10.000 км² коэффициент Q будет иметь величину $Q = 100$ км² на км при длине русла реки в 100 км и $Q = 40$ км² на км при длине русла в 250 км, хотя в обоих случаях ширина речного бассейна одинакова (около 125 км).

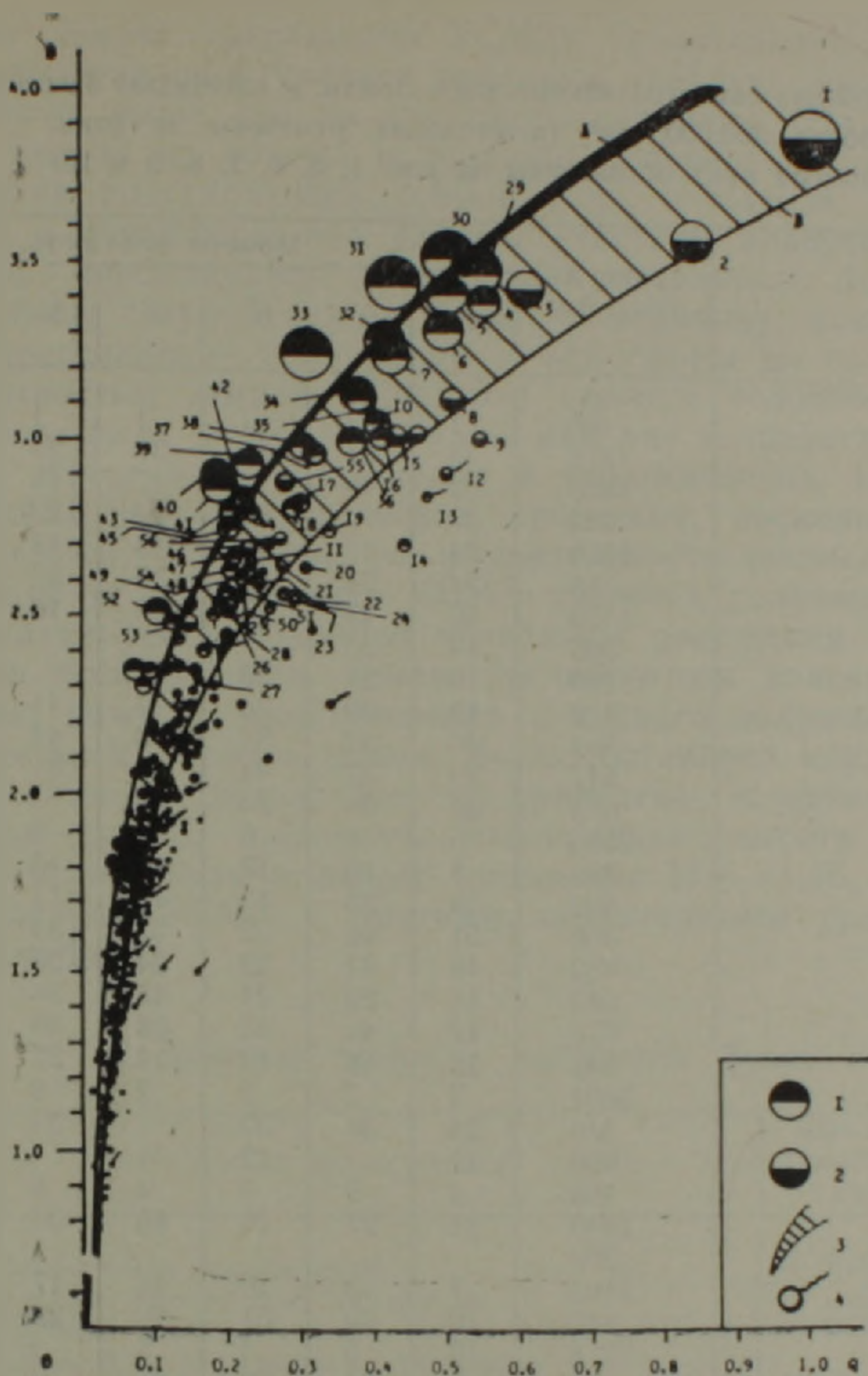


Рис. 1. Соотношения между площадью бассейна гигантских, крупнейших, крупных и средних рек и их длиной (Земля в целом). Эти реки впадают непосредственно в океаны, моря и иногда озера. По оси X—коэффициент поперечной площадной обеспеченности речной сети (Q), по оси Y—площади бассейнов рек (тыс. км², в десятичных логарифмах). Полушарие (для рек с площадью бассейнов свыше 100 000 км²): 1—северное, 2—южное, для рек с меньшими размерами бассейнов (менее 100 000 км²) оба полушария показаны одинаково (из-за малых размеров на чертеже). 3—главная трансглобальная полоса максимальной встречаемости соотношения Q (она располагается между значениями lgS , исчисленными по современным данным H и h , кривая А, и по данным ледниковых эпох, кривая В (для случая, когда уровень Мирового океана был ниже современного на 110 м); 4—реки, русла которых не достигают моря, часто теряясь в песках. Диаметр кружков пропорционален длине рек. Реки (площадью бассейна более 300 000 км²): нумерация рек в табл. 1.

составит 0,725 км. На рис. 1 показаны рассчитанные* величины lgS по данным обеих высот h (0,750 и 0,725 км). Это осуществлено путем показа результатов расчетов в виде клина, утолщающегося по мере возрастания Q (рис. 1, 3).

Параметр H отвечает новому понятию, введенному автором этой статьи еще в 1978 г. [5]. Средний уровень скомпенсированной массы

* Первичные данные для различных расчетов в статье заимствованы из работ [1, 2, 3, 7, 8].

Главнейшие самостоятельные реки Земли, с площадью бассейна более 300.000 км² (в столбцах отмечены те реки, номера коих обозначены на рис. 1, 5, 6, 7, 8, 9 и 10)

Реки	Площ. д. бассейна	Номера рисунка						
		1	5	6	7	8	9	10
Амазонка	7180	1	1	1	1	1	1	1
Аму-Дарья	379	53	41	35	31	26	9	
Амур	1855	32	16	9	17	19	30	
Брахмапутра	935	37		50	22	22	5	15
Волга	1360	34	17	11	13	18	39	
Вольта	328	22	28	28	39	32	36	
Ганг	1120	16	14	47	20	10	8	12
Гильмонд	509	14	23					
Джуба	200	19	24	20	47			
Дон	42	49	30	25	42	41	42	
Днепр	564	46	33	31	40	44	41	
Дунай	817	31	37	44	33	31	19	
Евфрат	673	42	32	26	38			
Енисей	2580	5	8	6	6	8	27	6
Замбези	330	8	19	13	14	15	16	9
Инд	930	38	25	17	15	11	13	
Индигарка	360	51	46	32	37	34	5	
Иравади	430	46	44	52	24	25	3	13
Колорадо	645	44	29	24	45	32	14	
Колумбия	670	17	49	45	28	40	24	
Колыма	643	18	48	42	35	37	31	
Конго	3691	2	2	2	2	9	22	2
Кришна	330	25	36	30		35	32	
Кубанг	406	12		12	34		23	
Лена	490	4	9	4	4	6	29	8
Лимпопо	2440	21	27	29	46	33	37	
Магдалена	260						46	
Макензи	1805	7	13	10	16	17	33	16
Меконг	810	40	40	51	25	28	6	11
Миссисипи	28	0	5	5	5	3	18	5
Муррей	3057	15	21	19	11	16	38	
Нельсон	1072	10	18	14	12	20	43	
Нигер	1092	6	6	8	8	5	34	
Нил	2870	31	7	15	9	4	17	
Обь	2950	29	4	7	7	7	40	14
Оранжевая	2036	9	20	18	10	13	15	
Ориноко	1086	36	12	48	23	14	2	4
Парана	1663	3	3	3	3	2	10	7
Парнаиба	2900	26		22				
Пелора	322	27	43	38	27	35	21	
Рио-Гранде-дель-Норте	570	45	31	23	44			
Рио-Колорадо	428	23				29		
Салвин	325	52	42	36	25			
Сан-Франциску	600	43	32	40	36			
Санта-Лаврентия	290	35	15	36	19	21	25	10
Сенегал	1357	24	47	41	32	39	28	
Сен-Лаврент	447		23		50			
Селенга	441	20	26	21		42		
Сенегал	437	47	45	53	41	24	4	
Сингапур	~1000	11	10	27	43			
Тарим	375	50	39	33	30			
Тигр	770	55						
Тоуэнтис	307	54		37	51	27	11	
Уру-Вай	364	28		39	29	43	26	
Хатанга	771	41	35	34	48	23	12	
Хуанхе	700	13		16	49	45	45	
Шира	513	56						
Шинэу	855		34	43	18	30	20	
Юкон	1803	33	11	49	21	12	7	3
Яду								

поверхности Земли (сокращенно УСМЗ) представляет условную поверхность, которая оконтуривает реальную твердую земную кору, находясь, однако, выше нее на некоторую величину. Эта величина исчисляется, исходя из объема и толщины условного вещества с плотностью верхов подстилающей земной коры и массой, равной массе гидросферы и атмосферы над данным участком планеты. Говоря образно, УСМЗ представляет глобальную поверхность Земли, которая находится выше твердой земной коры на величину, исчисляемую как бы при «спрессовании» гидросферы и атмосферы до состояния вещества с плотностью земной коры. Это понятие условное. Расстояние от этой поверхности до уровня океана как раз и представляет величину H . Оно имеет важное значение в геологических, геофизических, географических и гидрологических процессах, поскольку связано с силой тяготения. Формирование и деятельность речных вод связано с гравитацией и поэтому учет УСМЗ является полезным и нужным. Автором статьи были подробно исчислены положения УСМЗ (величина H) по всем районам Земли, по широтным поясам планеты (в 10-градусных поясах), для северного и южного полушарий в отдельности и для всей Земли в целом. Была составлена карта расположения УСМЗ земного шара. Все это приведено в упомянутой работе [5]. В этой работе показано, что средняя высота (положение) УСМЗ для всей Земли в целом составляет $H = -1,46$ км. Сопоставление положения УСМЗ с другими характерными уровнями Земли показано в табл. 2.

Таблица 2

Характерные уровни и поверхности Земли

Уровни и поверхности	Высота (глубина), км
Наибольшая высота суши	+ 8.85
Средняя высота всех материков	+ 0.86
Средняя высота Европы, Азии, Африки, Северной и Южной Америки, Австралии	+ 0.725
Средняя высота Европы, Азии, Африки, Северной и Южной Америки	+ 0.75
Уровень мирового океана	0
Средний уровень УСМЗ для всей Земли	- 1.46
Средний уровень поверхности литосферы	- 2.45
Средняя глубина океана	- 3.75
Наибольшая глубина океана	- 11.02

В общепланетарном отношении многие показатели, приведенные в табл. 2 (кроме наибольшей глубины океана и наибольшей высоты суши), участвуют в формировании речного стока и всей гидрологической обстановки на Земле (изменяя, например, базис эрозии). Однако роль УСМЗ до сих пор не учитывалась. Между тем она, как и высота материков, имеет важное значение, обуславливая совместно ту природную обстановку, которая создает речную систему и стимулирует ее динамику.

Поскольку для современного геологического момента параметры H и h известны ($H = -1,46$ км, $h = 0,75$ км), то формулу (2) можно записать так:

$$\lg S = -1,46 \lg Q - 0,75 + \frac{\pi R}{6371} \quad (3)$$

Это очень простая формула связи площади речных бассейнов с длиной самих рек. В этой формуле три параметра (H , h , R) исчислены строго, а не подобраны эмпирически. В формуле (2) или (3) присутствует лишь одна переменная (Q). Приведенные величины параметров ($H = -1,46$ км, $h = 0,75$ км, $R = 6371$ км), являются характер-

ными для современного этапа развития Земли. В прошлом же, в ледниковые эпохи уровень Мирового океана резко снижался (в иные времена, наоборот, уровень, вероятно, повышался). Это снижение уровня океана составляет, по разным оценкам, около 100—150 м и, по последним данным Дж. П. Кеннетта [6]*; оно составляло в максимуме около 150 м. Если исходить из этого фактического обстоятельства, то в эпоху четвертичного оледенения и понижения уровня океана параметры H и h соответственно были другими. При снижении уровня океана до —110 м формула (3) примет вид

$$\lg S = 1,35 \lg Q - 0,85 + \frac{\pi Q}{6371} \quad (1)$$

Результаты расчетов согласно формулам (3) и (4) для всех рек Земли приведены на рис. 1. Как отчетливо видно, современная характеристика речных бассейнов и коэффициентов поперечной площадной обеспеченности речной сети (Q) хорошо укладываются между двумя кривыми: A — по современным данным H и h и E — по данным H и h во время ледниковых эпох (при понижении уровня океана на 110 м). Это указывает на важную роль четвертичного оледенения в изменении и разработке речной сети на Земле. В любом случае формула (2) отчетливо выявляет положение отдельных речных систем на рис. 1, трассируя на нем положение всей совокупности гигантских, крупных и средних самостоятельных рек на Земле.

Заметим, что всюду в статье имеется в виду максимальная длина рек, считая от истока наиболее протяженного ее рукава, а не по существующему названию реки. Например, длина Миссисипи исчисляется не от истоков самой реки Миссисипи, а от истоков реки Миссури, более протяженного притока, чем протяженность самой Миссисипи. Именно такой подход важен для глобального анализа размещения различных гидрологических показателей Земли и он нами применяется всюду в статье.

На рис. 1 показано размещение коэффициента Q применительно к самостоятельным рекам Земли, непосредственно впадающим в океаны, моря и иногда озера. Такую же картину выявляет и размещение рек-притоков Земли (рис. 2). Поскольку притоки короче самостоятельных рек и их бассейны меньше, то на рис. 2, по сравнению с рис. 1, верхняя часть менее представительна (число крупных притоков, соразмерных с крупными реками, незначительно). На рис. 2 особенно отчетливо видно размещение Q средних рек: с площадью бассейнов от 20.000 до 300.000 км² (соответственно $\lg S$ по оси Y колеблется между 1,301 и 2,477).

Анализ размещения коэффициента поперечной площадной обеспеченности речной сети (Q) в отношении как самостоятельных рек (рис. 1), так и их притоков (рис. 2), показывает, что геометрическая характеристика речных систем, выявляющаяся по формуле (2) и зависящая от конкретных геологических условий Земли, имеет, вероятно, силу закона, реального как для современной эпохи в развитии нашей планеты (формула (3)), так и в прошлом, в другие геологические эпохи, по формуле (4) при снижении уровня Мирового океана на 110 м по сравнению с современным его положением, и т. д.

Анализ рисунков 1 и 2 позволяет сделать некоторые другие выводы. Современное размещение крупных и гигантских рек (с площадью бассейнов более 300.000 км²) по показателям $\lg S$ и Q в целом хорошо трассируется кривой A (рис. 1), построенной по современным величинам H и h (речные системы располагаются по обе стороны от кривой A , вблизи нее). Притоки же крупных и гигантских рек уже несколько смещены от кривой A вправо, располагаясь между ней и

* Кстати, уровень океана во время четвертичных оледенений находился, по данным (1957 г.) определениям автора этой статьи, на глубине до 120 м ниже современного уровня океана [4, стр. 100].

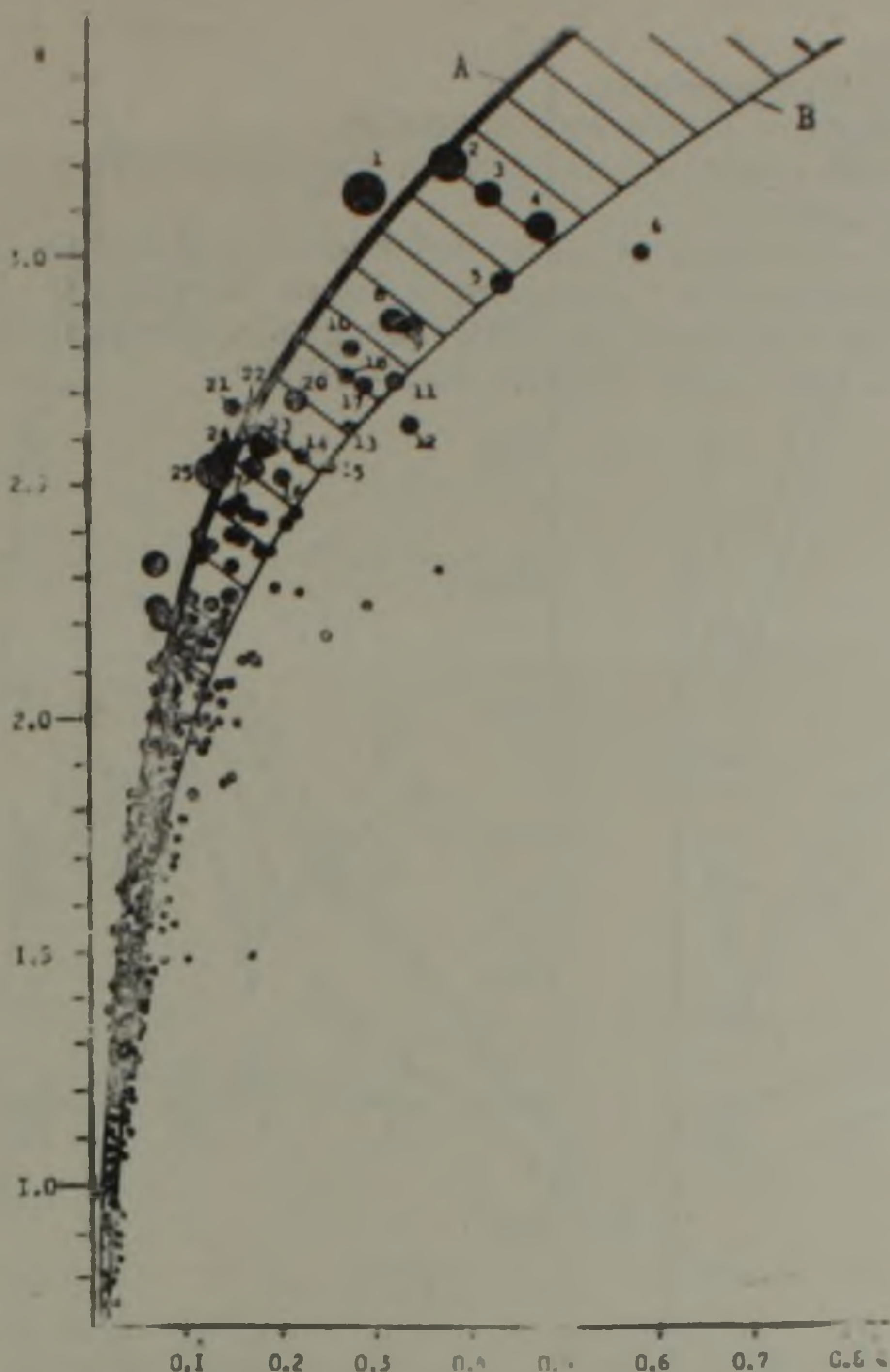


Рис. 2. Соотношение между площадью бассейна рек-притоков и их длиной (Земля в целом). По оси X—коэффициент поперечной площадной обеспеченности речной сети (Q), по оси Y—площадь бассейнов рек (тыс. км², в десятичных логарифмах). Диаметр кружков пропорционален длине рек. Штриховка—главная трансглобальная полоса максимальной встречаемости соотношения Q (она располагается между значениями Q , исчисленными по современным данным H и h , кривая А, и по данным ледниковых эпох, кривая В, для случая, когда уровень Мирового океана был ниже современного на 110 м). Реки-притоки (с площадью бассейна более 300.000 км²): 1—Миссури, 2—Иртыш, 3—Мадейра, 4—Парагвай, 5—Касаи, 6—Ангара, 7—Мараньон, 8—Алдан, 9—Убанги, 10—Мамаре, 11—Огайо, 12—Бенуэ, 13—Тобол, 14—Гуанори, 15—Джамна, 16—Голубой Нил, 17—Кама, 18—Сунгари, 19—Шингу, 20—Тапажос, 21—Нижняя Тунгуска, 22—Виллюй, 23—Арканзас, 24—Арагуа, 25—Пурус, 26—Укаяли.

кривой В, построенной для ледниковых эпох, для которых характерны другие величины параметра H и h .

Тем самым выявляется стабильность крупных и гигантских рек и их независимость (или почти независимость) от наличия или отсутствия ледниковых эпох. Эти реки при расчетах достаточно надежно характеризуются современными величинами H и h . Крупные и гигантские реки-притоки утрачивают эту стабильность, будучи несколько подвержены влиянию колебаний параметров H и h (они располагаются между кривыми А и В на рис. 2). Средние реки и тем более их притоки и средние притоки крупных рек отчетливо проявляют свою нестабильность и связь с колебаниями величин H и h , на-

ходясь между кривыми А и В в обоих случаях (в отношении как самостоятельных рек, так и притоков). Это, конечно, естественно. Малые и средние реки более подвержены изменениям географической среды, в частности влиянию колебаний базиса эрозии (например, /) и пространственного изменения положения УСМЗ (создающего дополнительные осложнения в воздействии гравитационных сил на гидрологические процессы).

Крупные и гигантские реки северного полушария Земли имеют большую протяженность, чем реки южного полушария (рис. 3). Это отчетливо видно по всем группам бассейнов (площадью, тыс. км²): 100—500, 500—1000, 1000—3000 и 3000—7000.

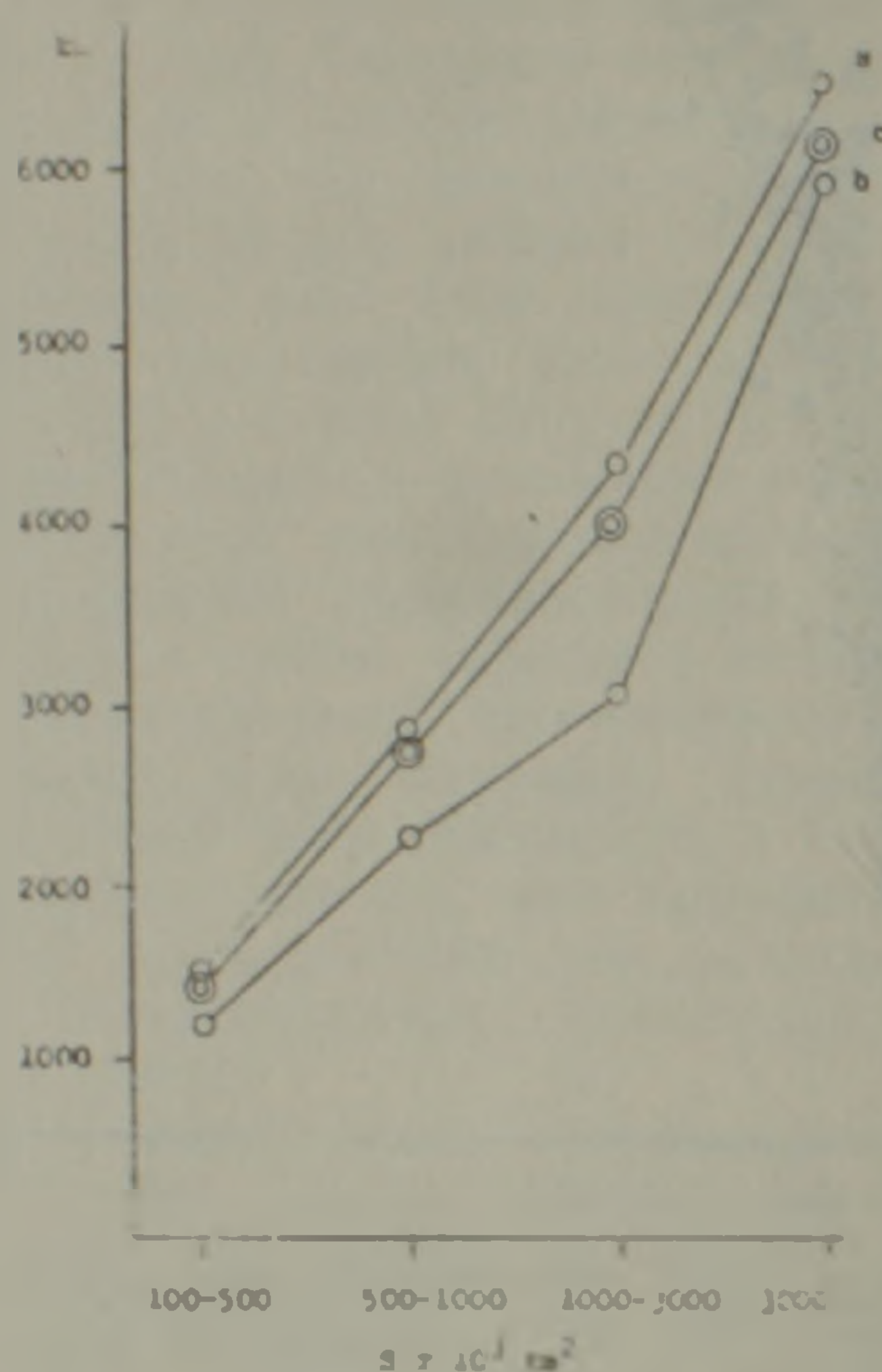


Рис. 3. Средняя длина рек северного и южного полушария Земли при разных величинах площади их бассейна. По горизонтали — группа бассейнов по их площади (тыс. км²), по вертикали — средняя длина рек (км) каждой группы бассейнов. Полушарие: а — северное, в — южное; с — Земля в целом.

Изменение средней длины рек на фоне площади материков и средней высоты последних вызывает следующее (рис. 4). Для многих гигантских рек (площадью свыше 1.000.000 км²) наблюдается увеличение их средней длины по мере увеличения площади материков. В условиях большей территории наиболее крупных материков гигантские реки, естественно, имеют большую возможность создания наиболее удлиненных русел. Однако такая тенденция наблюдается лишь в целом, чередуясь случаями ее нарушения. Прямая связь длины рек с площадью материков в целом сохраняется и для средних рек (площадью бассейнов 200.000—1.000.000 км²). Для малых же рек (площадью бассейнов 70.000—200.000 км²) подобная связь уже не выявляется. В пределах всех материков средняя протяженность таких рек примерно одинакова (по 900—1100 км).

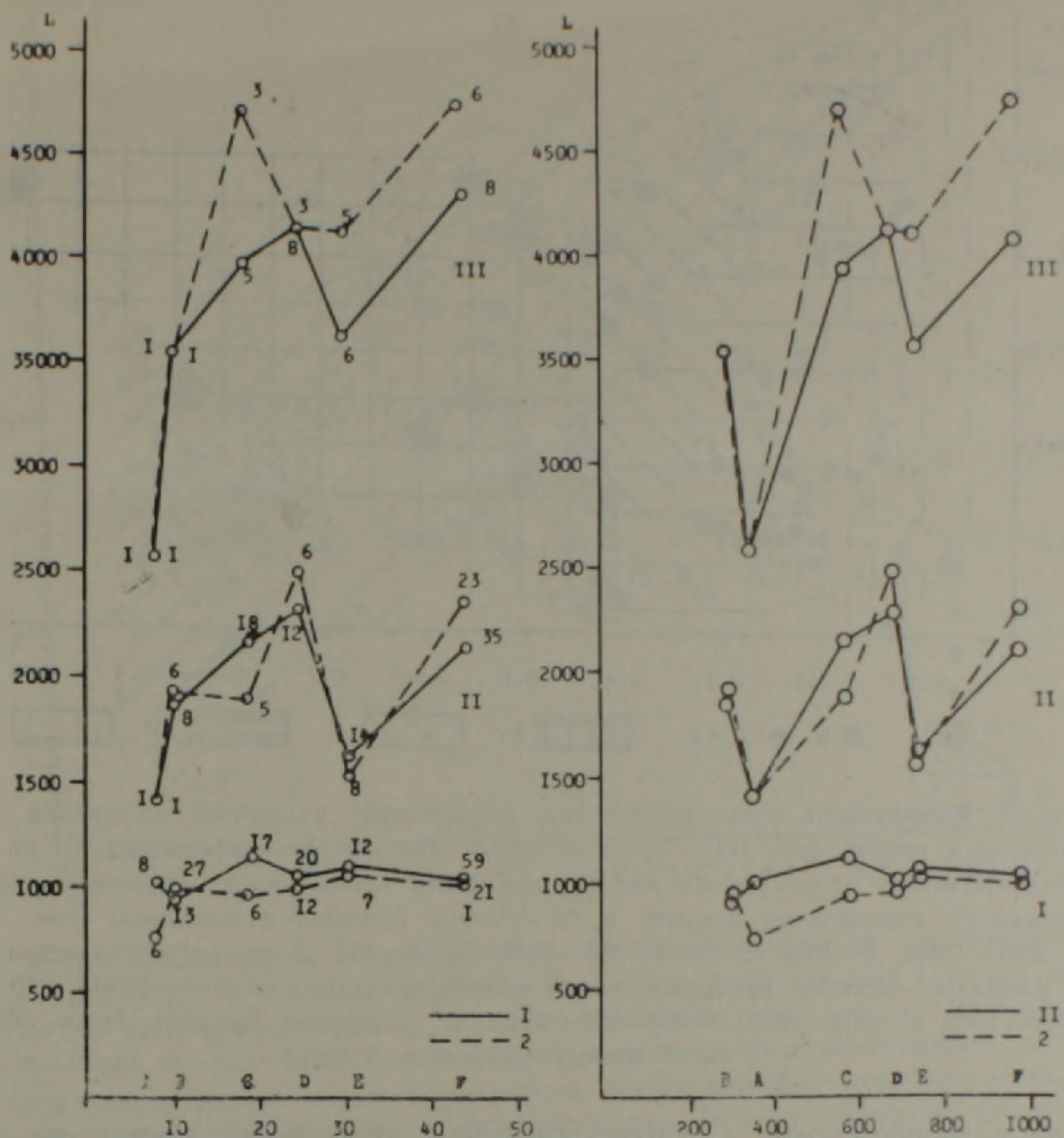


Рис. 4. Средняя длина рек (впадающих в океаны и моря), площади и высоты материков. По оси X: слева—площади материков (S , млн. км²), справа—средняя высота материков (м); по оси Y—средняя длина рек (км) с площадью бассейнов (тыс. км²): I—70—200, II—200—1000, III—1000—7000. Материки: А—Австралия, В—Европа, С—Южная Америка, D—Северная Америка, Е—Африка, F—Азия. Цифры на левом чертеже отвечают числу рек, использованных для исчисления их средней длины (на правом чертеже цифры опущены). Реки: 1—самостоятельные (без притоков), 2—то же, но совместно с притоками

Аналогично изменяются соотношения длины рек с высотой материков (рис. 4). Для гигантских речных бассейнов ($S=1—7$ млн. км²), длина рек возрастает с увеличением высоты материков. Для средних рек ($S=200.000—1.000.000$ км²) эта связь осложняется, хотя в целом сохраняется (но местами с нарушениями). Для малых рек ($S=70.000—200.000$ км²) зависимость длины рек от высоты материков утрачивается.

Коэффициент стока речных вод выявляет более интересную картину при его сопоставлении с величиной Q (коэффициентом поперечной площадной обеспеченности речной сети). Как видно (рис. 5), выявляется лепесткообразное размещение зон пространственного распространения рек с определенными величинами Q и q . Расположение крупных и гигантских рек в правой части рисунка обусловлено большими величинами у них коэффициента Q . При этом с уменьшением величины Q коэффициент стока речных вод становится все бо-

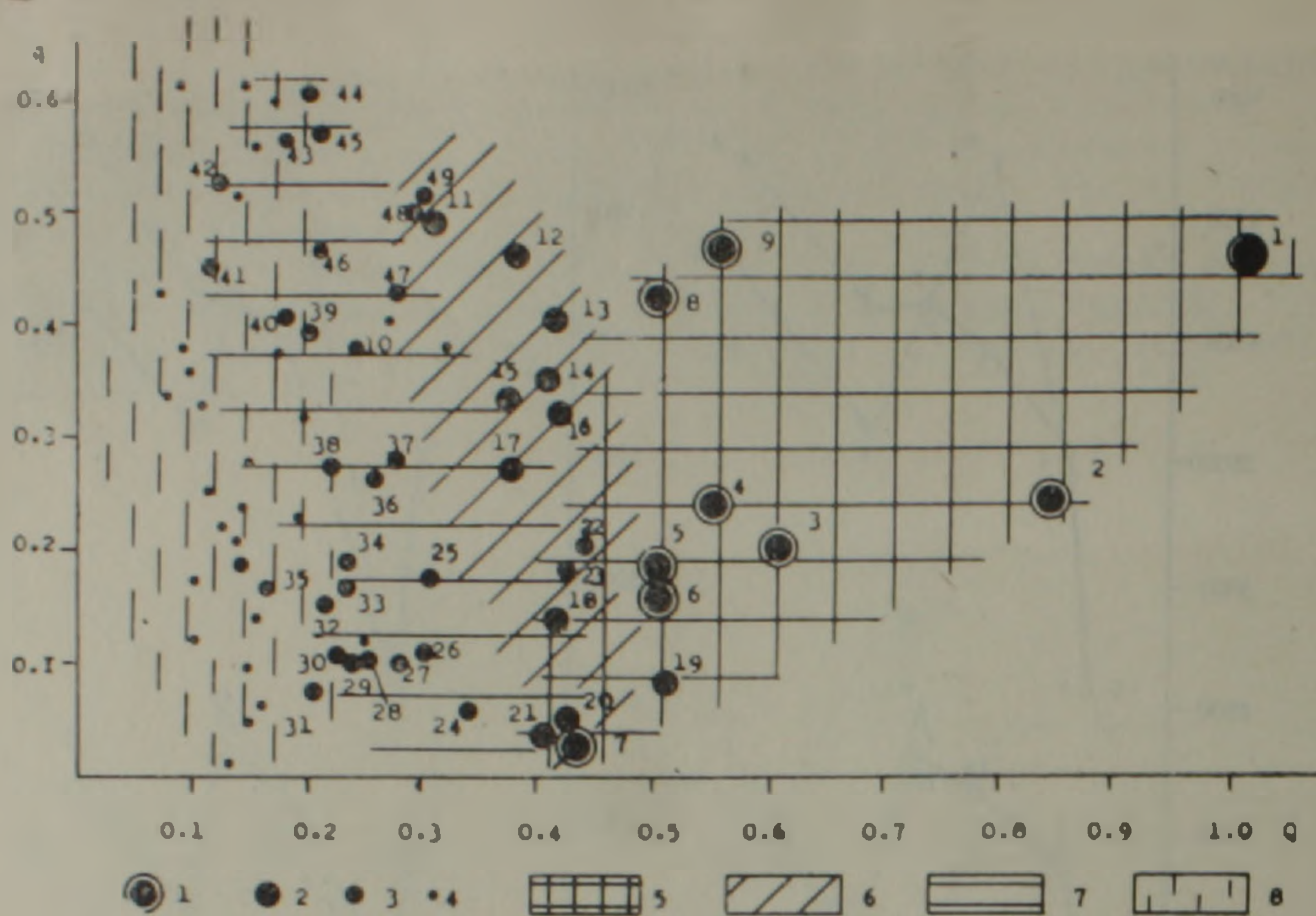


Рис. 5 Коэффициент стока речных вод, коэффициент поперечной площадной обеспеченности речной сети (Q). Земля в целом. По оси X —коэффициент Q , по оси Y —коэффициент стока речных вод (q , отношение количества стока речных вод к количеству атмосферных осадков, в %). Речные бассейны с площадью (тыс. км²): 1—2000—7000, 2—1000—2000, 3—300—1000, 4—70—300. Зоны распространения рек с площадью бассейна преимущественно в пределах (тыс. км²): 5—2000—7000, 6—1000—2000, 7—300—1000, 8—90—300. Реки (с площадью бассейна более 300.000 км²): нумерация рек в табл. 1

лее разнообразным, и соответствующие зоны вытягиваются по направлению оси Y .

Водоносность рек тесно увязана с коэффициентом поперечной развитости речной сети (Q). Максимальная встречаемость на диаграмме (рис. 6) числовых характеристик водоносности рек приурочивается к определенной полосе, сужающейся по мере возрастания величин Q и речного стока ($\lg M$). Эта главная трансглобальная полоса максимальной частоты встречаемости водоносности рек охватывает многие речные бассейны с различными площадями (от 100.000 до 7.000.000 км²). По обе стороны от этой трансглобальной полосы располагаются сателлитовые зоны. К этим сателлитовым зонам приурочиваются иногда расходы отдельных рек. Но это касается не грандиозных рек (с площадью бассейна более 1 млн. км²), а обычно более мелкомасштабных речных бассейнов.

Модуль стока речных вод (P) и коэффициент поперечной площадной обеспеченности речной сети (Q) находятся в определенной связи между собой (рис. 7). По мере понижения величины Q возрастает модуль жидкого стока (в млн. м³/км² в год). Максимальные величины модуля стока приурочиваются обычно не к гигантским рекам (площадью бассейна свыше 1 млн. км²); для таких рек модуль жидкого стока чаще составляет всего 0,02—0,25 млн. м³/км² в год (а Q изменяется в пределах 0,4—1,0). Максимально высоким модулем стока обладают некоторые малые и средние реки (с $G=0,05—0,4$). Для средних и малых рек наблюдается значительная разбросанность величин модуля жидкого стока (рис. 7). Это связано с тем, что с уменьшением площади речного бассейна возрастает относительная роль

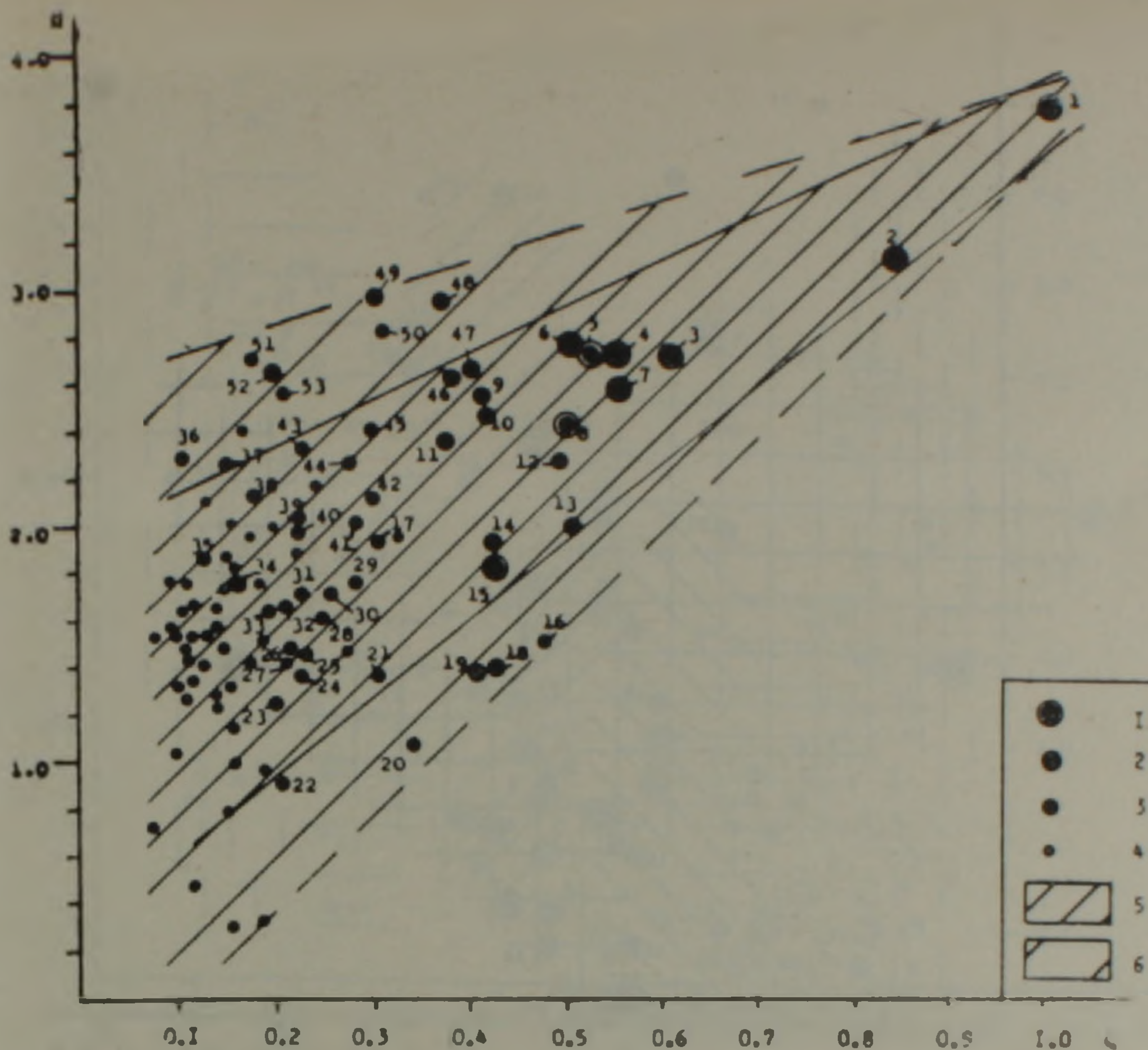


Рис. 6. Водоносность рек и коэффициент поперечной площадной обеспеченности речной сети (Q). По оси X —коэффициент Q , по оси Y —речной сток в устьях рек, M (км^3 , в логарифмах). Реки с площадью бассейнов (тыс. км^2): 1—2000—7000, 2—1000—2000, 3—300—1000, 4—100—300; 5—главная полоса максимальной встречаемости рек с разной мерой водоносности, 6—сателлитовые зоны, прилегающие к главной полосе максимальной встречаемости рек. Реки (с площадью бассейнов более 300.000 км^2): нумерация рек в табл. 1.

местных климатических факторов (объема осадков и др.), а также деталей геологического строения, состава и структуры почв, наличия или отсутствия растительности и т. д. Для таких рек характерен наиболее широкий диапазон встречаемости различных величин модуля жидкого стока.

Снос взвешенных веществ реками как бы следует особенностям изменения их жидкого стока. Модуль сноса наносов (рис. 8), в отличие от модуля стока речных вод (рис. 7), колеблется в более широких пределах даже и для гигантских рек. Кроме того, в отличие от модуля стока речных вод, модуль сноса взвешенных веществ более четко дифференцирован для речных бассейнов с различными величинами Q (зоны распространения рек с различными величинами площади бассейнов на рис. 8 более четко отграничены друг от друга).

Наконец, рассмотрим соотношение стока речных вод и сноса взвешенных веществ во взаимосвязи (рис. 9). На рисунке отчетливо выявляется следующая картина размещения речных систем в разных широтных поясах Земли. Бореальные реки (с широтами $45-75^\circ \text{N}$) приурочены почти полностью к левой нижней части рисунка. Реки, расположенные в пределах промежуточных широт ($15-45^\circ \text{N, S}$), сосредоточены в основном в правой части рисунка 9. При этом реки южного полушария сосредоточены преимущественно в нижней части рисунка (в условиях малых величин коэффициента стока речных

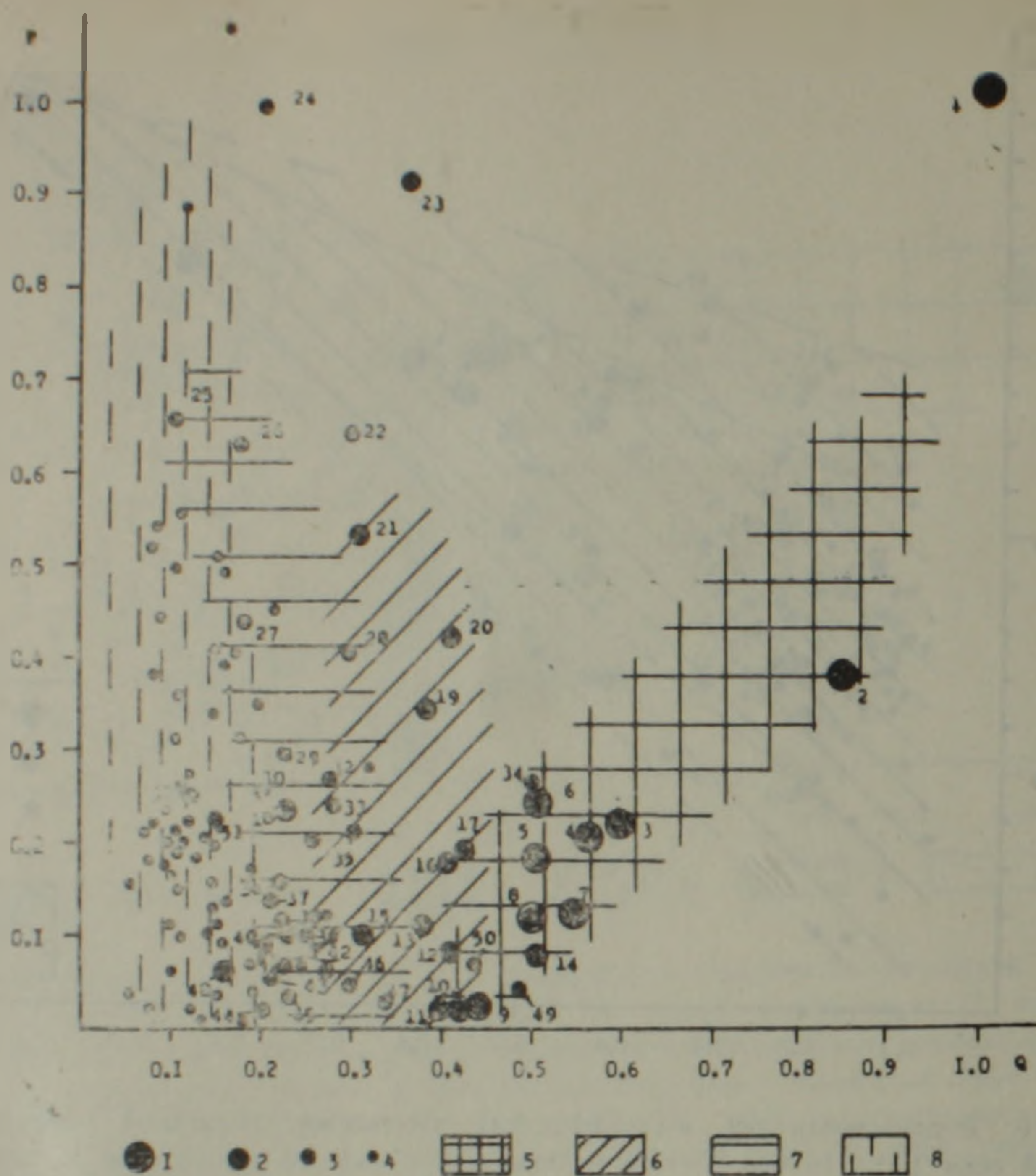


Рис. 7. Модуль стока речных вод (P) и коэффициент поперечной площадной обеспеченности речной сети (Q). По оси X —коэффициент Q , по оси Y —модуль стока речных вод (млн. m^3/km^2 в год). Реки с площадью бассейнов (тыс. km^2): 1—2000—7000, 2—1000—2000, 3—300—1000, 4—70—300. Зона распространения рек с площадью бассейнов преимущественно в пределах (тыс. km^2): 5—2000—7000, 6—1000—2000, 7—300—1000, 8—90—300. Реки (с площадью бассейна более 300.000 km^2): нумерация рек в табл. 1.

вод), тогда как реки северного полушария разбросаны по всей правой части рисунка. Приэкваториальные реки ($0 \pm 15^\circ$) расположены в зоне, промежуточной между двумя вышеописанными и прослеживающейся сверху вниз, пересекая их в области стыка.

Рис. 9 указывает на различающуюся характеристику рек разных широтных поясов Земли. Бореальные реки характеризуются минимальными величинами модуля стока речных вод и модуля сноса взвешенных веществ. Реки промежуточных широт отличаются большими величинами модуля сноса взвешенных веществ, но в то же время весьма широким диапазоном модуля стока речных вод. Приэкваториальные реки отличаются промежуточными величинами модуля сноса взвешенных веществ, но, как и реки промежуточных широт, широким диапазоном модуля стока речных вод.

В целом бореальные реки характеризуются малыми величинами как модуля сноса взвешенных веществ, так и модуля стока речных вод. При этом бореальные реки на рис. 9 характеризуются большой скученностью (концентрацией) своего местонахождения. Реки промежуточных и приэкваториальных широт характеризуются большими

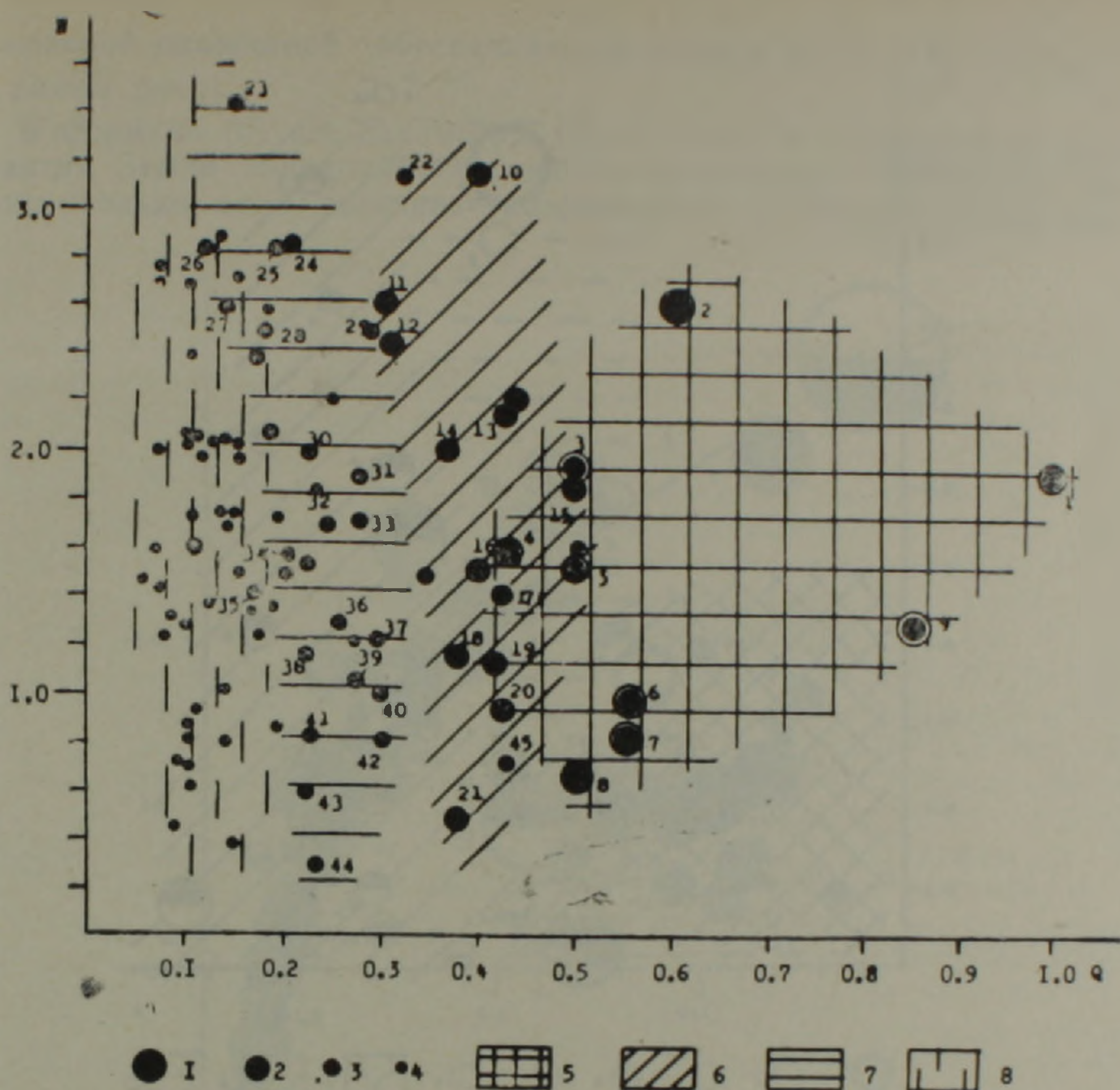


Рис. 8. Снос наносов (взвешенных веществ) главными реками и коэффициент поперечной площадной обеспеченности речной сети (Q). По оси X —коэффициент Q , по оси Y —модуль сноса наносов (N , т/км² в год, в логарифмах). Реки с площадью бассейнов (тыс. км²): нумерации рек в табл. 1.

величинами как модуля стока речных вод (по оси Y), так и модуля сноса взвешенных веществ (по оси X). Однако приэкваториальные реки отличаются все же меньшими величинами модуля сноса взвешенных веществ, чем реки промежуточных широт.

Четкая приуроченность рек отдельных широтных поясов к разным полям на рис. 9 вскрывает интересные скрытые соотношения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Речные системы, несмотря на пеструю смесь своих разных показателей, тем не менее отличаются глобальными особенностями скрытых характеристик. Эти характеристики обусловлены общепланетарными связями гидрологических явлений, событий и процессов и общими процессами развития Земли [10]. В этом комплексе условий важную роль играют средние высоты материков и все еще широко неизвестные параметры УСМЗ. С ними так или иначе увязаны объемы сносимых реками вод и взвешенных веществ (наносов). Они существенны также для наиболее общих характеристик речных бассейнов (их площадей и длины рек). Эти связи имеют, вероятно, скрытую генетическую природу. Они приобретают значение закономерностей, а некоторые из них, пожалуй, претендуют на роль одного из важных законов гидрологии.

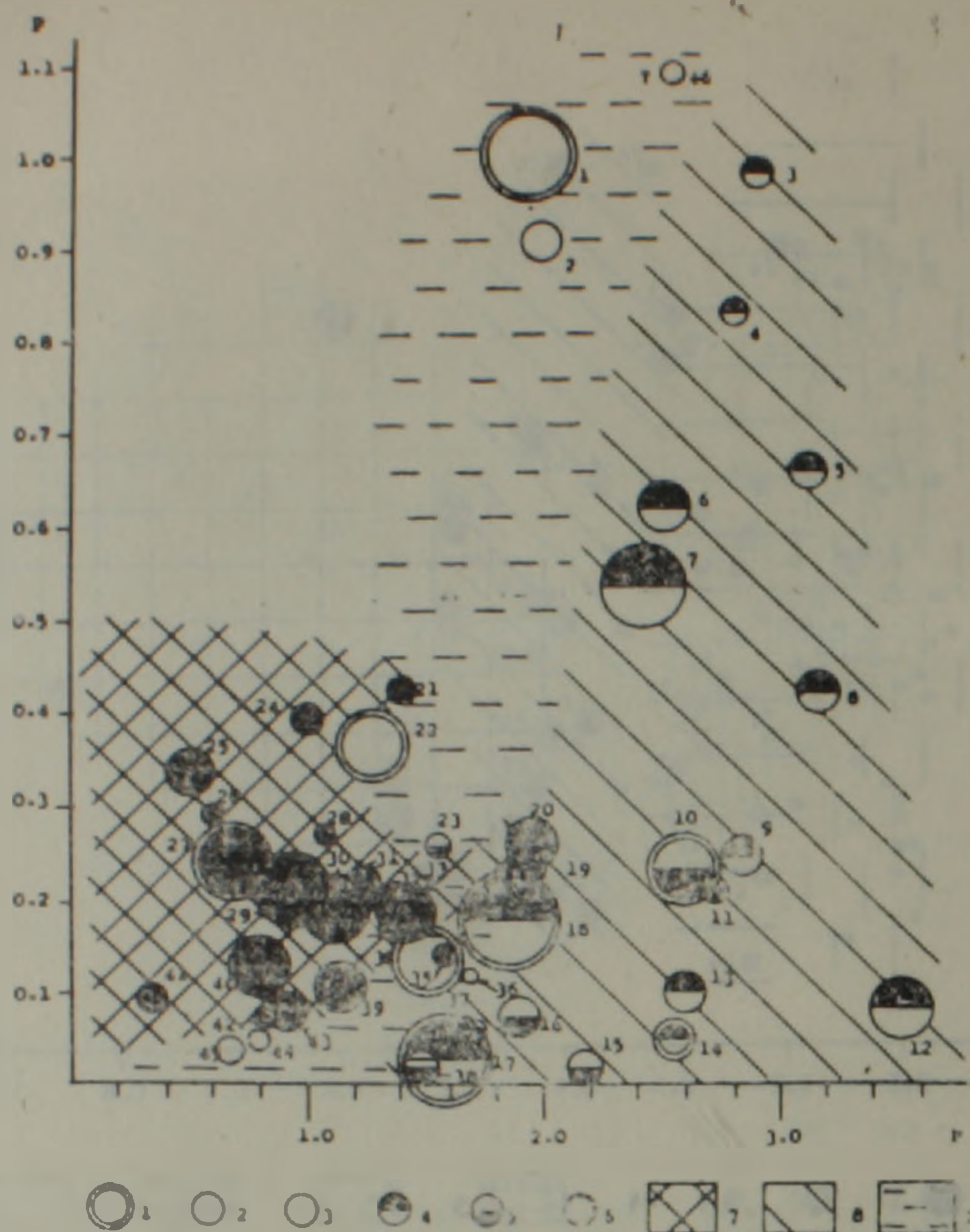


Рис. 9. Сток речных вод и снос взвешенных веществ (наносов) в разных широтных поясах Земли (главнейшие и средние реки). По оси X—модуль сноса наносов, N (t/km^2 в год, в логарифмах), по оси Y—модуль стока речных вод, P ($млн. м^3/km^2$ в год). Реки: 1—грандиозные (площадью бассейнов 2.000.000—7.000.000 km^2), 2—крупные и средние реки (площадью бассейнов от 90.000 до 2.000.000 km^2). Диаметр кружков отвечает длине рек. Широты речных бассейнов: 3— $0 \pm 15^\circ$, 4— $15-45^\circ$ С, 5— $15-45^\circ$ Ю, 6— $45-75^\circ$ С. Зоны преимущественного распространения рек: 7—бореальных (широты $45-75^\circ$ С), 8—с промежуточными широтами ($15-45^\circ$ С и Ю), 9—приэкваториальных ($0 \pm 15^\circ$). Реки (площадью бассейна более 300.000 km^2): нумерация рек в табл. 1.

Скрытые взаимосвязи в природе распространены широко, и их выявление представляют задачу научного исследования.

В системе подобных исследований можно, в связи с содержанием статьи, использовать следующее общепланетарное соотношение, связывающее особенности размещения площадей речных бассейнов с некоторыми параметрами Земли:

$$\lg S = \frac{ge\pi}{R} \lg Q - (h_1 - h_2) + \frac{\pi Q}{R}, \quad (5)$$

где S —площадь бассейна реки (в $тыс. км^2$, в логарифмах), g —ускорение силы тяжести ($см/сек^2$), R —радиус Земли ($км$), h_1 —средняя высота всех реконесущих континентов Земли (региона) над средним уровнем литосферы ($км$), h_2 —средняя высота уровня Мирового океана над средним уровнем литосферы ($км$), Q —коэффициент

поперечной площадной обеспеченности речной системы (в км^3 на 1 км длины реки).

В формуле (5) все параметры (g, R, h_1, h_2) в современный этап развития Земли являются постоянными величинами; переменной является только одна величина—коэффициент Q . Распределение рас-

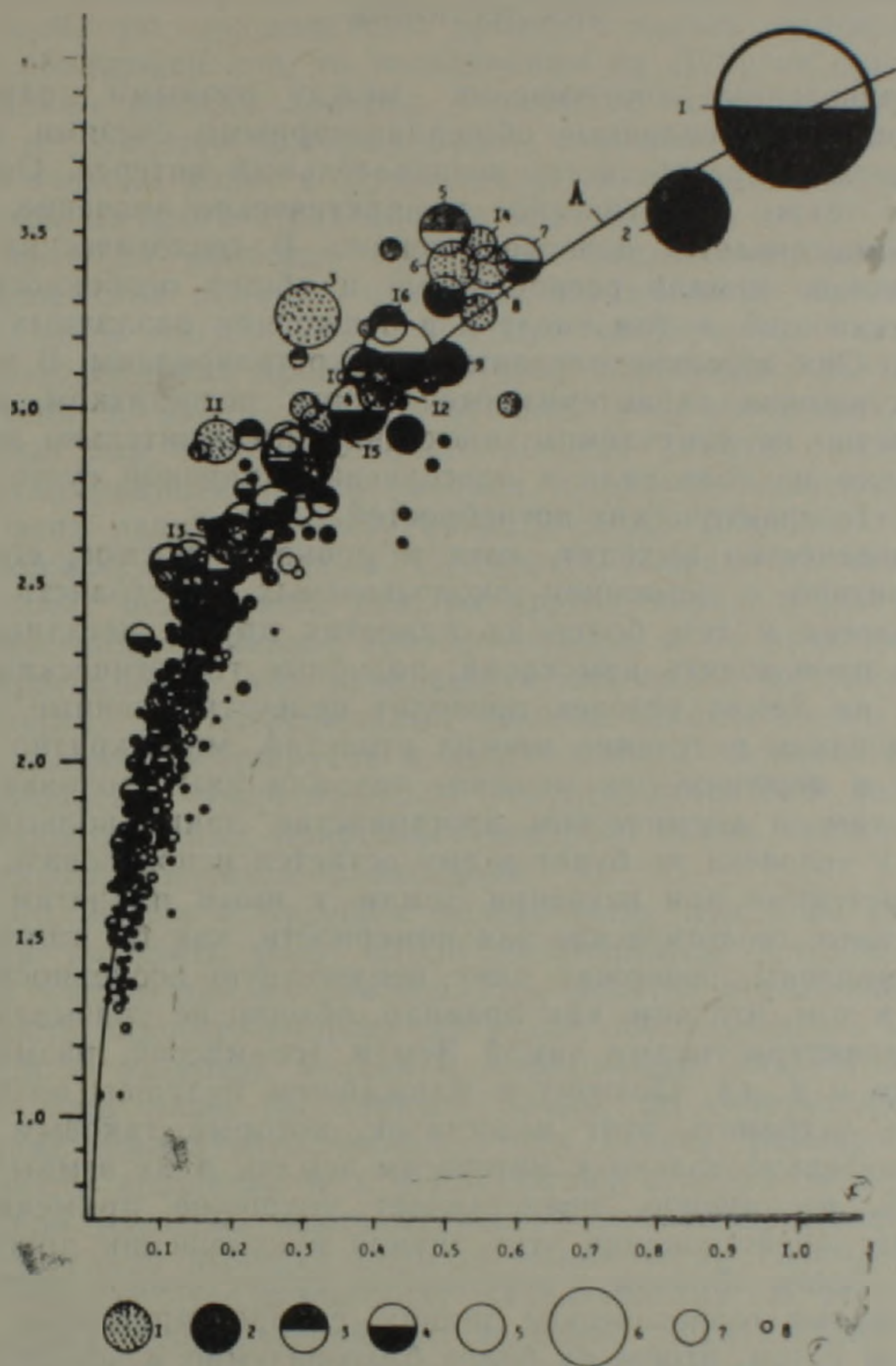


Рис. 10. Поперечная площадная обеспеченность речных систем (Q) Земли и расход воды в них (главные, крупнейшие и средние реки). По оси X —коэффициент Q , по оси Y —расход воды ($\text{м}^3/\text{сек}$, в логарифмах). Континенты (реки с площадью бассейна свыше $300\,000 \text{ км}^2$): 1—Азия (средняя высота 950 м), 2—Африка (750 м), 3—Северная Америка (700 м), 4—Южная Америка (580 м), 5—Австралия (350 м) и Европа (300 м), а также Океания. Из рек с площадью бассейна менее $300\,000 \text{ км}^2$ приведены (притом без конкретизации по континентам, из-за мелкого масштаба) те, для которых расход воды свыше $400 \text{ м}^3/\text{сек}$. Площадь кружков пропорциональна расходу воды в реках (и $\text{м}^3/\text{сек}$), например: 6—50 000, 7—10 000 и 8—1000 $\text{м}^3/\text{сек}$. Кривая линия A исчислена по формуле (5) и она является обобщающей планетарной для всей Земли. Реки с максимальным расходом воды (свыше $10\,000 \text{ м}^3/\text{сек}$): нумерация рек в табл. 1. Кроме них еще 8 притоков Амазонки (Мадейра, Риу-Негру, Жапура, Шингу, Топажос, Укаяли, Пурус, Мараньон) и Токантинс в Южной Америке и Касаи (приток Конго) в Африке имеют расход воды также свыше $10\,000 \text{ м}^3/\text{сек}$ (до $30\,000 \text{ м}^3/\text{сек}$ у Мадейры и Риу-Негру).

хода речных вод Земли согласно формуле (5) приведено на рис. 10. Отчетливо видно, что расход воды в реках трассируется кривой А на этом рисунке. На деталях размещения речных систем на рис. 10 не останавливаемся.

ПОСЛЕСЛОВИЕ

Вышеприведенные соотношения между разными параметрами речного стока, обусловленные общепланетарными связями, несомненно, представляют прежде всего познавательный интерес. Они, кроме того, имеют также теоретическое и практическое значение, хотя это не сразу осмысливается непосредственно. В геологических исследованиях выявлено немало региональных и общих особенностей и даже закономерностей, в том числе и в отношении различных полезных ископаемых. Они детально описаны и конкретизированы. В то же время эти достижения характеризуются одним недостатком, кстати до сих пор обычно не замечаемом, поскольку исключительно земные заботы человека не позволяли в повседневной научной суете выходить за пределы его практических потребностей.

Но человечество выходит, хотя и робко, в космос, его далекое будущее связано с освоением околозвездных пространств. Там, на других планетах и тем более на планетах других звездных систем, необходимо производить изыскания, подобные геологическим на Земле. И если на Земле человек проводит целеустремленные геологические исследования в течение многих столетий, многократно дублируя и проверяя и перепроверяя решение тех или иных возникающих вопросов, то там, в космическом пространстве, таких вольготных возможностей у человека не будет и ему остается использовать свои знания, приобретенные при изучении Земли, к иным планетам и мирам. Но те или иные геологические закономерности, как бы тщательно они не были выявлены, содержат одну неизвестную особенность, заключающуюся в том, что они, как правило, обычно не увязываются с основными характеристиками самой Земли (ее массой, размерами, силой тяжести и т. д.). Поэтому в ближайшем будущем возникнет необходимость устранить этот недостаток, который таковым не является применительно только к интересам земли в их земных заботах, но который, несомненно, представляет упущение применительно к возможности задействования этих знаний в отношении других космических тел. Таким образом в перспективе существенное значение приобретают разные геологические знания, скорректированные на параметры Земли с тем, чтобы их более благоразумно и эффективно применять к другим небесным телам. И это время относится не к отдаленному будущему, оно практически уже стучится в ворота и кое-где приходится приоткрывать двери в этой связи.

Человечеству известно очень много полезных ископаемых, оно их высоко ценит, особенно если они труднодоступны и их немного. Оно высоко ценит, хотя и не с такой подчеркнутостью, как в отношении драгоценностей, и такое «обычное» полезное ископаемое как вода, огромные массы которой в океанах как бы обесценивают остроту ее значимости в глазах широкой публики, в том числе и научной, хотя многие знают, что без нее жизнь вообще невозможна, как и без углерода (углекислого газа). Вода—это не только ценнейшее полезное ископаемое, но это и источник громадных количеств энергии.

Ныне в США разрабатывается программа по созданию на Луне базы космических исследований. Как отмечено в печати [9], к 1993 г. в НАСА будет готов проект запуска людей на Луну на продолжительное время (месяцы и годы); отдадим должное пионерским достижениям американцев—многократным посадкам их астронавтов на Луне еще 20 лет назад (1969—1972 гг.). И вот ныне возникла проб-

лема получения воды на Луне, причем в качестве источника водорода—топлива для ракетных двигателей. Тем самым возникла проблема поисков воды на Луне, причем предполагается, что водосодержащие емкости могут быть приурочены к глубоким кратерам на полярных широтах, где могло скопиться немало льда в условиях отсутствия здесь освещения солнцем. Уже на 1992—1993 гг. запланирован запуск космического зонда (с разрешающей способностью до 1 м!) на полярную окололунную орбиту с целью поисков воды. И если будет обнаружен лед, то экспедициям на Луну не придется привозить с Земли жидкий водород в качестве топлива для ракетных двигателей, с помощью которых будет исследоваться солнечная система (ведь запуски ракет с Луны требуют меньше топлива, поскольку притяжение на ней в 6 раз меньше земного).

Вода является наиболее пригодным энергетическим сырьем на трассе межзвездных полетов—она источник огромных количеств энергии при ядерном синтезе. Ведь будущее человечества связано с освоением околозвездных пространств. Ему необходимо создавать особые двигатели и иметь соответствующие энергетические источники. Традиционные для Земли источники энергии (нефть, газ, конденсат, уголь, энергия радиоактивного распада и др.) не являются подходящими для этих целей. Транспортировать сырье (горючее) в бескрайние дали космоса невыносимо. Проводить разработку известных на Земле полезных ископаемых там, на других мирах, в режиме интенсивного движения, очевидно, невозможно, да и не практично, не говоря о непригодности этих ископаемых для целей их утилизации в качестве энергии для межзвездных полетов. Единственным средством для прокладывания маршрутов в далекие миры является разработка способа пополнения энергетических ресурсов кораблей за счет утилизации легкодоступных природных ресурсов самих небесных тел на их пути. Таковым является только вода.

Для того, чтобы в будущем человечеству при полетах в космические дали находить воду, столь незаменимый источник энергии, потребуется умение для их поисков. При полетах в автономном режиме надежность запрограммирования будет обеспечиваться максимальной широтой и полнотой вводимой информации, разработанной принудительно пока лишь по данным Земли, но скорректированной с учетом общих показателей небесных тел (масса, размеры, сила тяжести, скорость вращения и т. д.). Поэтому становится необходимым в перспективе изучение закономерностей размещения воды на Земле, но обязательно выявляя скрытые взаимосвязи гидрологических и планетологических (геологических) характеристик. В этом заключается не только теоретический, но особенно практический смысл исследований, учитывающих общепланетарные показатели и соотношения. В ряду таких находится приведенная выше формула (5), учитывающая общепланетарные соотношения, связывающие размещение площадей речных бассейнов с некоторыми параметрами небесного тела (в данном случае Земли). Входящие в формулу (5) параметры (радиус небесного тела, ускорение силы тяжести на нем, средняя высота реконесущих регионов и др.) будут определяться соответствующими техническими средствами и их осуществление, вероятно, довольно таки нетрудно. Их учет и осмысливание их значения для определения наиболее перспективных водосборных регионов—это задача теоретических исследований, результаты которых приобретут непосредственный практический интерес. И данная статья представляет попытку апробации на этом пути.

Человечеству придется обращаться к подобным научным уловкам для изучения дальних околозвездных пространств быть может лишь в далеком будущем (через сотни лет и быть может через еще более длительное время). Однако непредвиденные контакты с внеземной цивилизацией могут существенно ускорить такую возмож-

ность. Но даже и без иноземных интеллектов человечество уже в ближайшее время (1993—1995 гг.), как упомянуто выше, попытается использовать возможные водные ресурсы Луны. Так что не следует откладывать на отдаленное будущее то, что уже ныне намечается в перспективных исследованиях. Когда-то и где-то должен начаться старт подобных исследований. И пусть эти начальные стартовые исследования закрепляют приоритет интеллектуальной тяги к получению скорректированной планетологической (а не только геологической в обычном понимании) информации. Пилотируемые или дистанционно управляемые межзвездные полеты будут остро нуждаться в обеспечении такой информацией, необходимой для успешного пополнения кораблей энергетическими ресурсами на пути их следования.

Резюме

Речные системы, несмотря на пеструю смесь своих разных показателей, тем не менее отличаются глобальными особенностями скрытых характеристик. Эти характеристики обусловлены общепланетарными связями гидрологических явлений, событий и процессов и общими процессами развития Земли. В этом комплексе условий важную роль играют средние высоты материков и некоторые другие параметры, характеризующие строение верхов земной коры. С ними так или иначе увязаны объемы сносимых реками вод и взвешенных веществ (наносов). Эти связи имеют вероятно скрытую генетическую природу.

В работе рассматривается речной сток на Земле в зависимости от их масштабности. Выявлены соотношения между длиной рек и площадью их бассейнов, извилистостью русел рек, стоком речных вод и сносом взвешенных веществ (наносов), а также другие связи. Между некоторыми рассмотренными показателями имеются однозначные связи, поддающиеся качественной и количественной оценке. Конкретные соотношения проиллюстрированы многочисленными диаграммами и чертежами, наглядно вскрывающими суть связей, раскрываемых в работе.

Соотношения между площадью бассейна и длиной рек показано на рис. 1 и 2 (на рис. 1 показаны самостоятельные реки, на рис. 2 — крупные притоки гигантских и крупнейших рек). Соотношения между коэффициентом стока речных вод, водоносностью рек и модулем стока речных вод, с одной стороны, и коэффициентом поперечной площадью обеспеченности речной сети, с другой, показаны соответственно на рисунках 5, 6 и 7.

Модуль сноса наносов (рис. 8), в отличие от модуля стока речных вод (рис. 7), колеблется в более широких пределах даже и для гигантских рек. Кроме того, в отличие от модуля стока речных вод, модуль сноса взвешенных веществ более четко дифференцирован для речных бассейнов с разными величинами Q (зоны распространения рек с различными величинами площади бассейнов на рис. 8 более четко отграничены друг от друга).

Наконец, интересны соотношения между стоком речных вод и сносом взвешенных веществ в разных широтных поясах Земли (рис. 9). Бореальные реки (с широтами $45\text{--}75^\circ$ С) приурочены почти полностью к левой нижней части рисунка. Реки, расположенные в пределах промежуточных широт ($15\text{--}45^\circ$ С, Ю), сосредоточены в основном в правой части рис. 9. При этом реки южного полушария сосредоточены преимущественно в нижней части рисунка (в условиях малых величин коэффициента стока речных вод), тогда как реки северного полушария разбросаны по всей правой части рисунка. Приэкваториальные реки ($0\pm 15^\circ$) расположены в зоне, промежуточной между двумя вышеописанными и прослеживающейся сверху вниз, пе-

ресекая их в области стыка. Бореальные реки характеризуются минимальными величинами модуля стока речных вод и модуля сноса взвешенных веществ. Реки промежуточных широт отличаются большими величинами модуля сноса взвешенных веществ, но в то же время весьма широким диапазоном модуля стока речных вод. Приэкваториальные реки отличаются промежуточными величинами модуля сноса взвешенных веществ, но, как и реки промежуточных широт, широким диапазоном модуля стока речных вод.

Институт геологических наук
АН Армении

Поступила 2.II.1990.

Գ. Գ. ԽԱՄՐԱԶՅԱՆ

ՀԱՄԱՄՈՒՈՐԱԿԱՅԻՆ, ԴԵՏԱՏԻՆ ԶՐՀՈՍՔԸ ԵՎ ԵՐԿՐԱԴՆԻԻ ԴԵՏԱՏԻՆ ԶՐԵՐԸ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հողվածում քննարկվում է երկրագնդի գետային ջրհոսքը՝ կախված գետերի մասշտաբայնությունից: Բացահայտված են գետերի երկարության և երրանց ավազանների մակերեսի, գետահունների ոլորքայնության, գետերի ջրհոսքի և ջրերում կախված վիճակում գտնվող մանր նյութի տեղատարման միջև եղած փոխհարաբերությունները, ինչպես նաև այլ թաքնված առնչություններ: Որոշ վերահիշյալ երևույթների միջև գոյություն ունեն միանշանակ կապեր, որոնք ենթարկվում են որակական և քանակական գնահատման:

G. P. TAMRAZIAN

THE PLANETER RIVER RUN-OFF AND THE EARTH'S RIVER WATERS

A b s t r a c t

The Eearth's river run-off is considered depending on its volume. Correlations are revealed between the rivers length and their basins area, the river-beds meandering, the river waters run-off and the suspended material removal, as well as the other latent relations. Between some considered phenomena there are unambigious relations, which can be qualitatively and quantitatively estimated.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Географический Энциклопедический словарь. М.: Советская Энциклопедия, 1988. 528 с.
2. Дедков А. П., Мозжерин В. И. Эрозия и сток наносов на Земле. Изд. Казанского ун-та, 1984, 264 с.
3. Мировой водный баланс и водные ресурсы Земли. Гидрометеониздат, 1974, 640 с.
4. Тамразян Г. П. Геотектоническая гипотеза. — Изв. АН АзССР, 1957, № 12, с. 85—115.
5. Тамразян Г. П. Уровень скомпенсированной массы земной поверхности и особенности его распределения. — Изв. ВУЗов, сер. «Геология и разведка», 1978, № 9, с. 19—29.
6. Kennett J. P. Marine Geology. Printice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. Y., 1982.
7. The Encyclopedia Americana. International Edition, U. S. A., New York, 1974.
8. The Water Encyclopedia. Ed. D. K. Todd, U. S. A., Washington, 559 p., 1970.
9. „New Scientist“ (England). 1989, vol. 115, № 1673, p. 40.
10. Tamrazyan G. P. Global peculiarities and wash-down of the suspended sediments—The Earth as a whole - Journal of Hydrology, 1989, v. 107, p. 113—151 (Printed in the Netherlands)