

Б. П. ПАНОВ

К ВОПРОСУ О ГУСТОТЕ РЕЧНОЙ СЕТИ НА ТЕРРИТОРИИ К-ФССР

Наиболее полное представление о степени развития дренирующих местность речных систем дает количественная характеристика ее плотности или степени густоты.

Уже первые исследователи густоты речной сети подметили зависимость развития речной сети от количества выпадающих осадков, геологического строения местности, рельефа и др. физико-географических факторов, а Б. П. Панов (1) показал, что густота речной сети зависит от величины стока.

Таким образом, густота речной сети является такой гидрографической характеристикой, которая, завися в своем развитии от основных элементов ландшафта, представляется в то же время и показателем водности исследуемого района. Поэтому картографические изображения густоты речной сети могут дать сведения не только для суждения о степени ее развития, но и о водоносности реки и о тех влияниях, которые оказывают изменения ландшафтных элементов на величины стока.

Рассматриваемая характеристика приобретает особо большое значение в связи с тем обстоятельством, что данные по стоку имеются лишь по незначительному количеству пунктов, а поэтому, руководствуясь изменениями в развитии речной сети, мы можем правильнее подойти к вопросу уточнения интерполяций и экстраполяций данных о водоносности рек.

Широкому использованию сведений о густоте речной сети мешала большая трудоемкость работ по измерению длин рек.

Автором (2) был предложен упрощенный метод вычисления густоты речной сети.

Прежде чем перейти к описанию методов вычислений густоты речной сети, следует несколько остановиться на освещении особенностей изображения речной сети на картах, влиянии их масштаба на размерность интересующих нас количественных характеристик.

Топографы обычно показывают реки, начиная с того места, от которого их течение становится непрерывным, но этот критерий, если река не вытекает из озера, ледника и т. п., меняется в зависимости от сезона,

в котором производилась съемка, и от того, засушливая или дождливая погода ей предшествовала.

Примером может служить исток р. Днепра, который по картам изданий прошлых лет вытекает из мшистого болота, находящегося, вблизи д. Рождество; на картах изданий последних лет он показывается уже значительно ниже, у урочища Аксенинский мох.

Аналогичные сведения могут быть приведены и относительно истока р. Волги.

При обработке планшетов для составления карт, особенно мелких масштабов, истоки рек сознательно срезаются в целях возможности разделения речной системы одного бассейна от другого, так как они в натуре часто настолько близко сходятся и переплетаются, что при точном картографическом изображении чрезвычайно трудно различимы.

В обобщениях, производимых в картосоставительском процессе, обычно у рек также срезаются мелкие притоки. В тех случаях, когда наносятся истоки крупных рек или реки, связанные в изображении на карте с какими-либо условными знаками, например, плотиной, мельницей, мостом, озером и т. д., укорачивание потока или снятие мелкого притока не производится.

При большой густоте речной сети, в целях облегчения чтения карты, реки наносятся не в полном числе, некоторые из них выборочно пропускаются. Извилины рек выпрямляются или срезаются тем в большей степени, чем мельче масштаб карты.

Эти особенности изображения на картах гидрографической сети приводят к тому, что она получается на них с тем большим сокращением, чем мельче масштаб. Ввиду того, что при нанесении на съемочные планшеты и в последующей их обработке при картосоставительском процессе вносится большой элемент субъективизма, эта закономерность выступает менее четко в изменении длин отдельных рек, чем в суммарных характеристиках, как, например, густоте речной сети.

График зависимости густоты речной сети (по заимствованным у А. М. Комкова (3) данным с некоторыми дополнениями) хорошо иллюстрирует сказанное, а именно — густота речной сети уменьшается с увеличением знаменателя численного масштаба карты, например, определенная по карте масштаба 1:1 000 000, она составляет только 50% той величины, которую бы имела, если бы была определена по карте с масштабом 1:100 000 (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1

Густота речной сети по картам различных масштабов

Масштаб карты	Количество водотоков	В % к масштабу 1:100.000	Густота речной сети км/км ²	В % к масштабу 1:100.000
1:100 000 (0—36—141)	81	100	0,39	100
1:200 000 (0—36—XXVI)	56	70	0,33	85
1:500 000 (0—36—2)	34	42	0,26	67
1:500 000 (старого над.)	19	23	0,21	54
1:1 000 000 (0—36)	15	18	0,19	49

Верхним пределом такого изменения характеристик речной сети с масштабом карты будут их величины, соответствующие натуре, т. е.

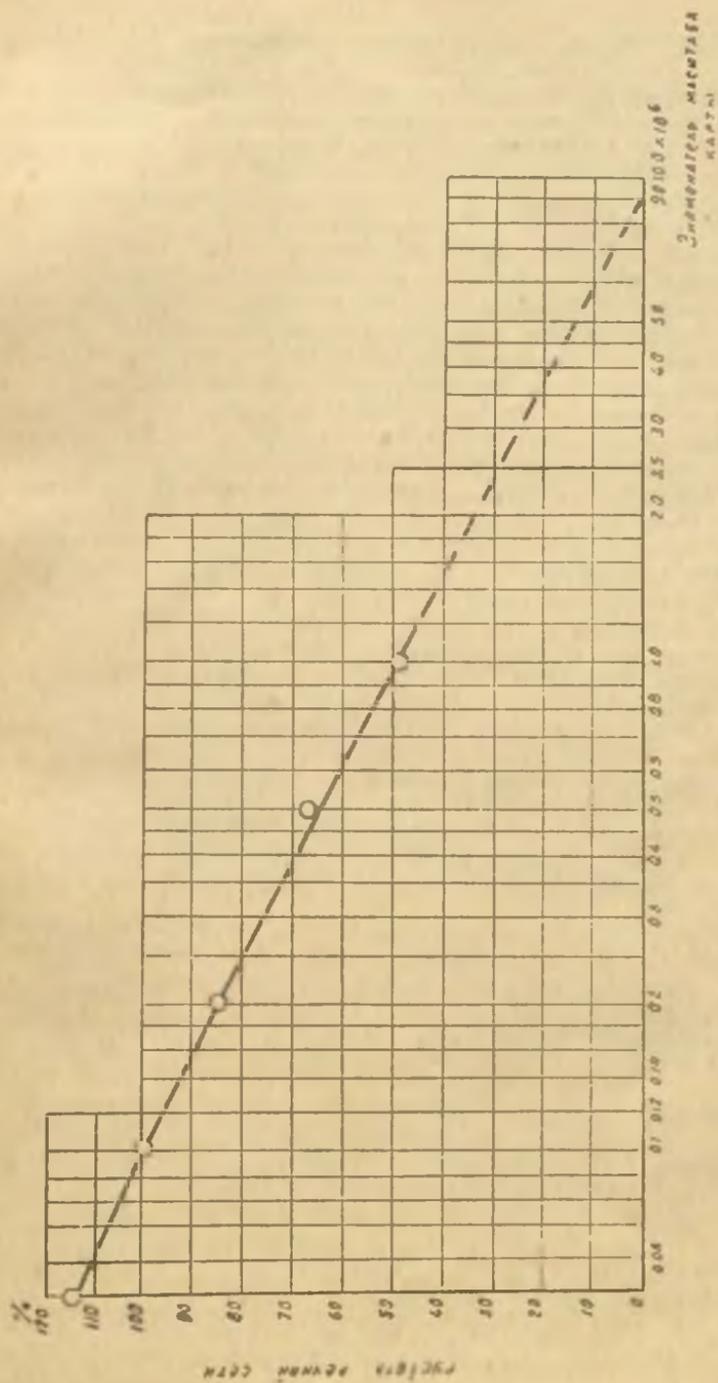


Рис. 1.
Зависимость густоты речной сети от масштаба карты.

измеренные по картам, изображающим речную сеть с фотографической точностью.

Следует отметить, что карта масштаба 1 : 100 000 не является в этом отношении идеалом, доказательством чему служит вычисленная по этой карте длина р. Баси, впадающей в р. Сож, равная 100 км; по карте масштаба 1 : 50.000 ее длина уже равна 114 км.

Поэтому надо принять, что существующие мелкомасштабные и даже крупномасштабные карты (1 : 100 000) дают нам относительное значение количественных данных о речных системах.

Однако, поскольку общесоюзной крупномасштабной картой является карта масштаба 1 : 100 000; то целесообразно, пользуясь отмеченной выше закономерностью, все полученные по картам с другими масштабами количественные характеристики речной сети приводить к этому стандарту.

При измерении речной сети встает несколько вопросов, не разрешенных гидрологами с достаточной ясностью и до сего времени, а именно: 1) каков наименьший размер рек, ниже которого потоки относятся не к рекам, а к ручьям и не подлежат измерению, 2) учитывать ли искусственно созданную сеть потоков, например, ирригационную или мелиоративную системы; 3) принимать ли во внимание временную сеть потоков.

Первый вопрос представляется принципиальным и имеет существенное значение в определении общей протяженности и количества рек.

В природе нет резких границ вообще, нет их и между тем, что обычно мы называем ручьем и рекой, но существуют характерные свойства, которые присущи тому и другому виду потоков.

Дождевые или талые воды, стекая по поверхности, образуют вначале потоки со слабо врезанными в местность руслами, следовательно, только в особых случаях последние вскрывают горизонты грунтовых вод, а поэтому и течение воды в них происходит только эпизодически — такие потоки обычно и называются ручьями.

Слияние нескольких ручьев создает поток с эрозионной способностью, достаточной для глубокого заложения русел, что ведет к вскрытию грунтовых вод, а тем самым и поддержанию постоянного тока воды в них. Энергичная эрозионная деятельность в окончательном итоге приводит и к образованию долин.

Таким образом, в отличие от ручьев, реки обладают, во-первых, тем, что русла их глубоко врезаны, во-вторых, они создали долины и, в-третьих, ток воды в них поддерживается, помимо поверхностного стока, грунтовыми водами.

Исходя из этих положений, за начало реки следует принимать то ее место, где исток из ложбины стока или долинного замыкания вступает в долину.

Высказанные положения относятся к местности со средним увлажнением. Реки, протекающие по болотным массивам и не имеющие выраженных долин, или, наоборот, ручьи, текущие по дну древних больших долин, в своих характеристиках не отклоняются от высказанных принципиальных положений, так как по существу в болотных массивах ручьевого системы нет, а существуют реки, специфической особенностью которых является слабая врезанность русла и, следовательно, отсутствие или невыраженность в рельефе местности долин.

Наоборот, во втором случае в силу недостаточности увлажнения широко развита временная ручьевая сеть и очень слабо современная речная, которой свойственны переуглубленные русла. С этих же точек зрения следует рассматривать и такую своеобразную форму гидрографи-

ческой сети, как овражную, т. е. в тех частях, где она еще не вскрывает горизонтов грунтовых вод и не может быть отнесена к речной и, наоборот, — относится к ней там, где углубляется в водоносные слои.

Для наших северных условий под градацию рек подходят потоки с длиной в 2—3 км. Так как картографы показывают на картах потоки больше чем 3—5 мм (в масштабе), то, например, для карты миллионного масштаба ручьевая сеть и наиболее мелкие реки совсем не показываются; на карте же масштаба 1:100.000 показывается и ручьевая система. На территории К-ФССР, в которой потоки во многих случаях берут начало в болотах или вытекают из озер, ручьевая сеть развита весьма слабо.

Из изложенного следует, что при подсчетах густоты речной сети в общем случае не следует учитывать временную сеть.

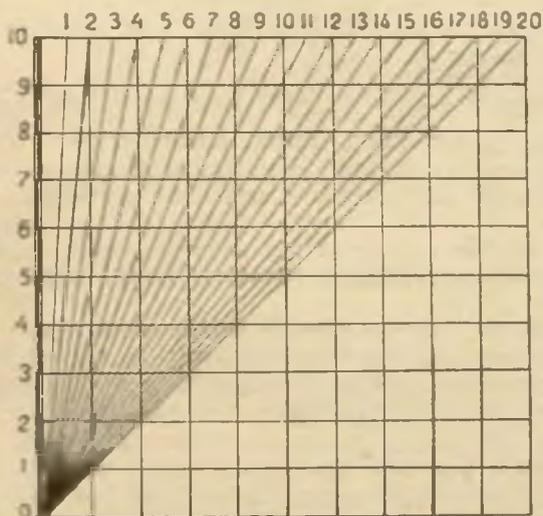


Рис. 2.
Счетная палетка с условными линиями рек.

Вопрос об искусственно созданной сети представляется частным и в каждом конкретном случае может быть решен в зависимости от целей работы и степени развития этой сети. Для К-ФССР он может иметь некоторое значение только в бассейнах рек северного Приладожья.

Вычисление длин рек, для подсчетов густоты речной сети, непосредственными измерениями по картам с помощью измерителя является чрезвычайно трудоемкой задачей, поэтому автор в своих работах применил метод, при котором оно сводится к более простой операции. Берется палетка с настолько малыми делениями, чтобы заключенные внутри их участки рек можно было принять за отрезки прямых (рис. 2). Докажем, что для такой палетки численное значение подсчитанных на ее площади количеств отрезков рек (по ее делениям), при определенных условиях подсчетов, близко к численному значению их суммарной длины, выраженной в единицах длин сторон тех же делений палетки.

Для этой цели построим палетку таких размеров, чтобы линии рек внутри каждого ее деления можно было принять за отрезки прямых.

Длины прямых в палетке площадью $F = 100 \text{ f}$

№ линий	1	2	3	4	5	6	7	8
Длина линий	10	10,1	10,1	10,2	10,3	10,5	10,6	10,8
Число пересекаемых элементов при учете затронутых более чем на 3% площади	10	10	10	10	10	10	10	12
То же при учете затронутых более чем на 2%	10	10	10	10	10	10	11	12
То же — на 1%	10	10	11	10	10	12	12	12
Разность между длиной линий и числом пересечений по условию второму . . .	0	-0,1	10,0	-0,2	-0,3	-0,5	0,4	1,2

Так как реки могут иметь самое разнообразное направление, то наведем на палетке ряд линий (как это показано на рис. 2). Такое расположение линий дает всевозможные их положения, какие могут быть в природе.

Произведя подсчет числа пересекаемых этими линиями делений палетки при различных условиях точности счета, получим результаты, приведенные в табл. 2.

Из сравнительных данных о числе пересечений видно, что при учете площадок, от которых проходящие через них линии отсекают более чем 3% площади, получается их количество меньше суммарной длины всех этих линий на 5%, при учете с отсечением свыше 2% площади — больше на 4,8%, а при отсечении менее 1% разница повышается до 9%. Так как при картографическом изображении речная сеть претерпевает сокращение длины, то при ее измерениях на картах допускать ошибку в эту сторону не следует, поэтому для подсчетов при нашем методе принимаем условие второе, дающее преувеличение ее длины на 4,8%. Это обстоятельство не имеет значения при составлении карты густоты речной сети или сопоставлении речной сети одного бассейна с другим, но его следует учитывать при соображениях об абсолютной длине речной сети.

Для изложенных теоретических построений нами взят случай с разнообразными направлениями линий (рек) по отношению к сторонам палетки и с равномерным распределением этого разнообразия, что на практике при подсчетах густоты речной сети в условиях большого числа потоков только и может быть. Исключение представит речная система с параллельным расположением рек, и если палетка по отношению к ней ориентирована по диагонали, тогда отклонения будут иного порядка, однако такой случай всегда может быть учтен.

Преувеличение длины потоков по этому методу подсчетов на 5% можно считать допустимым, исходя из тех соображений, что на мелко-масштабных картах их длины даются, как это показано выше, со значительным преуменьшением.

Принятые в таблице 2 условия счета делений палетки по существу являются и условиями, определяющими минимальные длины учитывае-

количество пересекаемых ими элементов f.

Таблица 2

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Σ
11,0	11,2	11,5	11,7	12,0	12,2	12,5	12,8	13,2	13,5	13,9	14,2	232
12	10	12	12	12	13	15	13	14	14	14	10	222
13	10	12	13	13	14	15	16	14	15	16	10	241
13	10	13	14	14	14	15	16	16	16	16	10	253
1,0	1,2	0,5	1,3	1,0	1,8	2,5	2,2	0,8	1,5	1,1	-4,2	11,1

мых линий и потому для конечных результатов подсчетов безразлично, будем ли мы изменять эти длины или, оставляя их неизменными, изменять размеры палетки. При учете делений палетки, затронутых пересекающей линией более чем на 3% площади, длина линии должна быть близка к 30% длины стороны деления палетки, соответственно при 2% — к 20%, а при 1% — к 10%.

Кроме того, принимая во внимание, что длины рек на картах измеряются измерителем с растворением 1—2 мм, то минимальный размер учитываемой извилины реки имеет диаметр 2—4 мм, следовательно, соответствующий этой точности измерений размер палетки должен быть 2—4 см или в среднем 3 см.

Сопоставляя эти данные с выводами таблицы 2 и распространяя их по прямолинейной экстраполяции до необходимых нам пределов, получим следующую таблицу 3.

Таблица 3

Размеры палетки

Минимальная длина учитываемых при счете палеткой линий в % от длины стороны ее делений	Разность между истинной длиной линий и вычисленной по палетке в %	Размер палетки в см.
10	+ 9,0	1,2*
20	+ 4,0	2,4
25	0,0*	3,0
30	- 4,0	3,6
	-10,0*	5,0*

* Получены по экстраполяции.

Как видно из этой таблицы, даже значительное изменение размера палетки относительно мало сказывается на результатах подсчета.

Исходя из условий удобства подсчетов, в дальнейшем в качестве рабочего принимается размер стороны палетки в 5 см. Следует иметь в виду, что при этом получаются результаты подсчетов, преуменьшенные на 10%.

Установив размер делений палетки в 0,5 см, получим ее собственные размеры в $5 \times 5 = 25 \text{ см}^2$, что для карты масштаба 1 : 1 000 000 дает площадь $2 500 \text{ км}^2$, а каждое деление в 25 км^2 . Из выведенных выше условий учета делений палетки минимальные размеры потоков, подлежащие включению в число пересекающих палетку, должны быть не менее 1,5 мм, что, к стати сказать, согласуется с нижним пределом длин рек, показываемых на карте этого масштаба.

Произведя подсчеты числа рек по площадкам палетки, просуммировав их и получив по принятому методу общую длину потоков всей

палетки, определим густоту речной сети по формуле $D = \frac{\sum L}{F} \text{ км/км}^2$,

где D — коэффициент густоты речной сети, $\sum L$ — длина потоков, а F — площадь.

Техника составления карты густоты речной сети по этому методу следующая: карта исследуемой местности разбивается на квадраты по 25 см^2 площадью, подсчитываются, как указано, суммарные для каждого квадрата длины потоков; так как деление палетки имеет длину 0,5 см,

то коэффициент речной сети вычисляется $D = \frac{0,5 n}{F}$ и для карты масштаба 1 : 100 000 $D = \frac{5 n}{250} \text{ км/км}^2$, где n — количество потоков, подсчитанное в пределах палетки.

Полученные коэффициенты относятся к центрам своих квадратов и по ним наводятся изолинии.

Взамен существующей классификации притоков по порядку их впадения, в которой за притоки первого класса принимаются реки, впадающие в главную артерию, за притоки второго класса — впадающие в притоки первого класса и т. д., Хортон (5) предложил иную их классификацию. В этой новой классификации за реки первого класса принимаются те наименьшие, которые уже не принимают в себя притоков; реками второго класса обозначаются те, в какие впадают притоки первого класса, т. е. две речки, слившиеся в одну и не имеющие притоков, образуют реку второго класса, при чем от устья до самого истока. Два слившихся вместе потока второго класса образуют реку третьего класса, также принимаемую с этим классом на всем своем протяжении от устья до истоков и т. д. Таким образом, главная река в бассейне получает высший номер класса, а самые малые, неразветвленные реки, независимо от порядка их впадения, если они не являются истоками притоков высших классов, будут всегда реками первого класса.

Исследуя распределения количеств и длин притоков в различных бассейнах по классам, Хортон пришел к выводу, что количество притоков уменьшается с увеличением класса с закономерностью логарифмической и, наоборот, средние длины рек (притоков) увеличиваются с увеличением класса.

На основе этих двух закономерностей, Хортон приходит к уравнению, позволяющему вычислить густоту речной сети

$$D = \frac{l_1 \gamma^{k-1}}{F} \cdot \frac{p^{k-1}}{p-1} \text{ км/км}^2,$$

где D — густота речной сети, l_1 — средняя длина рек первого класса, γ — коэффициент, равный отношению количества рек данного класса к количеству рек следующего высшего класса и для притоков одной и той же речной системы является величиной постоянной. F — площадь бассейна, p — коэффициент, равный $p = \frac{l_k}{l_1}$, здесь l_k есть отношение

средней длины притока данного класса к средней длине ближайшего низшего класса и k — номер класса главной реки.

Проверка положений Хортонна на ряде примеров советских рек привела к выводу, что только при тщательном отборе исходных данных для подстановки в рекомендуемое им уравнение, оно для небольших, однородных бассейнов может дать удовлетворительные результаты (с главной рекой не выше четвертого, пятого класса).

Для оценки точности методов вычислений различными методами приводим данные о густоте речной сети, полученные по карте масштаба 1 : 1 000 000.

Среднее расхождение по таблице 4 между величинами длин рек, измеренным измерителем и способом палетки, равно 10%. Эта разница получилась вследствие того обстоятельства, что по произведенному выше расчету размеры делений палетки должны быть равны 3,0 см, а нами они

приняты равными 5,0 см. Уравнение Хортонна: $D = \frac{l_1 \gamma^{k-1}}{F} \cdot \frac{p^{k-1}}{p-1}$

в большинстве случаев дает преувеличенные значения густоты речной сети.

Наибольшие отклонения по этому уравнению получились для р. Днепра у устья р. Воль и р. Терека, соответственно в 640% и 625%; по нему длина р. Днепра должна бы быть равной 750 км, а его притока 5-го класса — 300, что в сумме дает 1050 км, в действительности же она равна 304 км, т. е. преувеличена на 746 км, что при общей длине речной сети, равной 2390 км, весьма ощутительно. Поскольку в рассмотренном уравнении коэффициент длин притоков основывается на этих несоответствующих действительности числах, то и все оно дает сильно преувеличенные в таких случаях значения.

Это уравнение выведено на основе разработок по картам масштаба, близкого к 1 : 100 000, а поэтому результаты вычислений по нему должны быть больше вдвое получаемых по измерениям на картах масштаба 1 : 1 000 000 (см. рис. 1).

Уравнение подразумевает равномерное увеличение длины речной сети с увеличением класса главной реки, а так как класс пропорционален логарифму площади бассейна, то, следовательно, и равномерное нарастание площади бассейна. В действительности, такая равномерность наблюдается только в однородных по физико-географическим условиям бассейнах, какими бывают, как правило, только малые по величине. В общем случае, чем больше бассейн, тем больше его неоднородность и больше неравномерность в нарастании площадей бассейна. Кроме того, по этому уравнению длины притоков и главной реки с увеличением класса увеличиваются по закону возрастающей геометрической прогрессии, в действительности же, начиная с притоков 4 класса (по карте масштаба 1 : 1 000 000), они изменяются по

Таблица 4

Название рек	Пункт	Класс реки	Площадь бассейна (кв. км)	Густота речной сети по карте масштаба 1:1000000				Густота речной сети по урванению Хор- това. Приведенная к масштабу карты 1:1000000	Площадь бассейна по кривой M(F)	Густота речной сети по урванению Хортюва с вы- делением по рукави на площадь	Отклонение данных по урванению от вычислен- ных по палетке в %	В возрастую- щем порядке	
				наме речная по карте меридианом	вычисленная по методу измерения палеткой	вычисленная графически	вычисленная по урванению Хортюва					класс	отклонение дан- ных по урванению от вычислен. по палетке в %
Днепр	ниже р. Днепрца	3	500	0,195	0,185	0,140	0,362	0,181	500	0,181	0	3	3
"	ниже р. Вопь	6	10900	—	0,179	0,219	1,460	0,740	18000	0,401	224	5	230
"	ниже р. Сож	7	101600	—	0,166	0,172	0,715	0,367	65000	0,492	296	6	249
"	ниже р. Припять	8	218000	—	0,159	0,158	1,245	0,607	218000	0,600	377	6	222
Припять	ниже р. Стырь	6	23000	—	0,118	0,125	0,705	0,352	18000	0,401	340	6	224
"	ниже р. Горынь	7	66100	—	0,129	0,157	1,07	0,535	65000	0,492	380	6	249
Десна	Брянск	6	13500	0,210	0,181	0,206	0,675	0,337	18000	0,401	222	6	340
Сож	ниже р. Остер	5	10140	0,196	0,165	0,202	0,252	0,126	5000	0,380	230	7	296
"	Гомель	6	33860	—	0,161	0,211	0,285	0,142	18000	0,401	249	7	380
Березина	Мстисль	5	24500	0,180	0,176	0,181	0,403	0,201	5000	0,380	216	8	377
Жеймута	"	4	—	0,260	—	0,272	0,260	—	—	—	—	—	—
Терек	Терское	6	—	—	—	0,223	1,43	—	—	—	—	—	—

закону, близкому к арифметической прогрессии. Поэтому значение коэффициента средних длин притоков должно быть для высоких классов в действительности меньше, чем это предполагает уравнение, следовательно, значение параметра P также должно быть меньше, а он входит под знаком степени, которой является класс главной реки.

Таким образом, уравнение Хортонa, применимое для расчетов длины речной сети и ее густоты в однородных, малых бассейнах, для неоднородных — больших дает преувеличенные значения и тем в большей степени, чем выше класс главной реки.

Данные таблицы 4 позволяют сделать вывод, что способ палетки, предложенный автором, является достаточно надежным методом вычисления густоты речной сети, а потому, учитывая его малую трудоемкость, по сравнению с методом непосредственных измерений по картам, он может быть принят за основной.

Ниже приводится карта густоты речной сети южной части К-ФССР, составленной по топографической карте масштаба 1 : 200 000 (рис. 3). Подсчеты длин рек для построения этой карты произведены по палетке размером 5×5 см, что, как выяснено выше, приводит к преуменьшению результатов на 10%. Кроме того, принятая топооснова по отношению к карте масштаба 1 : 100 000 также преуменьшает данные, как это видно по рис. 1, на 15% и потому для получения окончательных значений густоты речной сети результаты подсчетов были увеличены на 25%.

Эти приведенные цифры густоты речной сети нанесены на бланковую карту масштаба 1 : 1 000 000 и по ним через интервалы в 0,1 км/км² наведены изолинии.

Общий обзор этой карты дает возможность высказать следующие суждения: распределение речной сети по исследованной части территории республики весьма пестрое, — участки с повышенным развитием на относительно небольшом пространстве сменяются участками с пониженным ее развитием. Некоторые объяснения этому обстоятельству мы находим в характере геологической основы и рельефе местности. Вся юго-западная часть района имеет геологическую основу четвертичного времени и представляет более или менее однородный фон для развития речной сети, поэтому здесь и наблюдается относительно равномерное распределение речной сети с прогрессивно нарастающей густотой с повышением местности. Наибольшие значения последней приходятся на возвышенности, расположенные к востоку от г. Олонца, наоборот, наименьшие — на низменное и плоское побережье Ладожского озера.

Почти вся юго-восточная часть района сложена иотническими кварцитами, песчаниками и пиррофиллитовыми сланцами, что представляет более сложные условия для формирования речной сети, кроме того, здесь по южной части западного побережья Онежского озера проходит узкая Шокшинская гряда, на которой речные системы не получают полного развития. Широкое распространение болот по нижним участкам правых притоков р. Свири (до р. Ивны) определяет здесь малую густоту речной сети и только к северо-западу отсюда, по мере подъема местности к Олонецкой возвышенности, последняя становится более развитой.

Максимальные значения густоты речной сети находятся на восточном склоне этой возвышенности, но не в наивысших ее точках, что, видимо, объясняется самым выравненным характером рельефа наивысших частей рассматриваемой территории.

Одни и те же изолинии густоты речной сети оконтуривают всю ту местность высотой 100—200 м, которая прилегает с юго-запада к Оло-

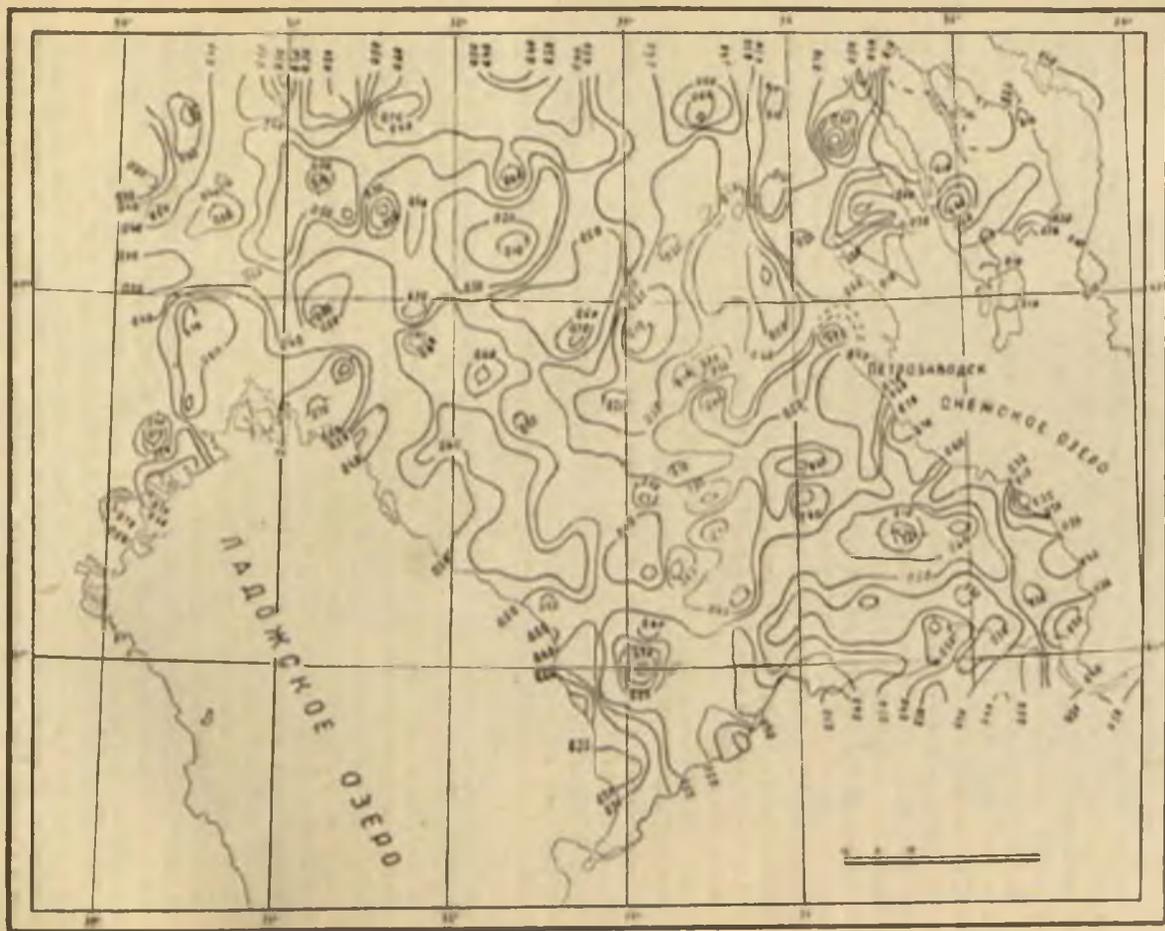


Рис. 3.

Карта густоты речной сети южной части К-ФССР.

нецкой возвышенности и в виде узкого перешейка протягивается мимо Сямозера далее к северо-западу. Пространство описываемого района, расположенное к северу от рассмотренного, представляет южную часть кристаллического скандинавского шита с мощными моренными отложениями в понижениях между скелетными кристаллическими формами рельефа. Поэтому для него типично появление как участков, богатых реками, так и обедненных ими. Здесь возвышенные части местности особо четко выделяются большими значениями густоты речной сети, например, Урдская гряда, возвышенности, расположенные к северо-востоку от Сямозера.

В своих прежних работах на примерах изучения других районов мы показали, что густота речной сети изменяется в зависимости и от изменения удельной водоносности — модулей стока, поэтому представляет интерес разобрать связь ее и с этим последним аргументом, базируясь на существующих данных о модулях стока.

Таблица 5

Основные данные о стоке рек Онежского перешейка

№ п/п	Наименование реки	Пункт	Площадь бассейна	Средний модуль стока д/с	Густота речной сети км/км ²	% озерности
1	Олонка	Торосозеро . .	768	15,1	0,45	5,4
2	„	Чимилцы . .	1070	14,6	0,48	3,9
3	Тулема	Гилкожа . . .	836	11,8	0,56	5,0
4	Ивина	Иломанча . .	857	11,6	0,78	1,9
5	Важника	Курпово . . .	2040	15,5	0,45	4,0
6	Нарвожа	Уквало . . .	412	12,2	0,50	0,3
7	Шуя	П. Бесовец . .	9350	9,9	0,41	6,8
8	Видлица	Анйола . . .	1060	11,7	0,39	9,4

Как видно из таблицы 5, данных о стоке рек, протекающих в интересующем нас районе, чрезвычайно мало, а поэтому, несмотря на глубокий гидрологический анализ, с которым выполнена Б. Д. Зайковым (4) карта модулей стока, она сохраняет обзорный характер.

Недостаточность данных о стоке не позволяет детально проанализировать связь модулей стока с густотой речной сети, однако дает возможность сделать некоторые важные выводы.

Рассматривая зависимость коэффициентов густоты речной сети от модулей стока (рис. 4), можем сделать следующие выводы: 1) связь этих элементов недостаточно тесная, так как из восьми точек, использованных для построения кривой зависимости, только пять ложатся в осях координат с определенной закономерностью; 2) по этой закономерности следует, что с увеличением модуля стока густота речной сети уменьшается.

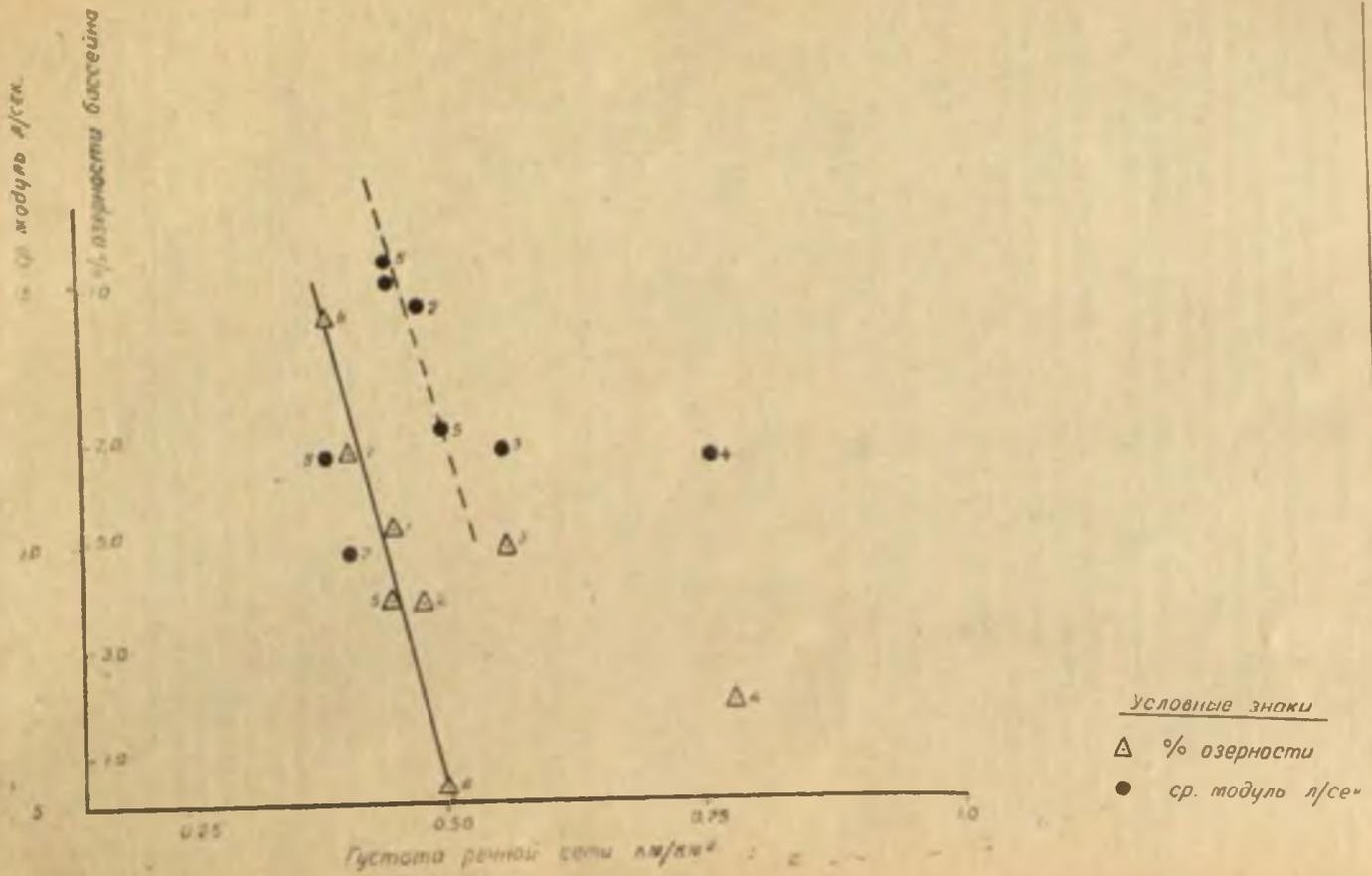


Рис. 4.
 Зависимость густоты речной сети от модулей стока.

Последний, казалось бы парадоксальный, вывод объясняется тем обстоятельством, что, как следует из таблицы 5, зависимость рассмотрена для рек, у которых при больших модулях стока оказался большой процент озерности бассейна и, наоборот, у рек с малыми модулями стока — малый процент озерности.

Влияние озерности бассейнов на развитие в них речной сети особо наглядно иллюстрируется на том же рассмотренном чертеже связью между процентом озерности бассейна и густотой речной сети.

Из восьми точек связи шесть располагаются с еще большей закономерностью, чем для зависимости густоты речной сети от модуля стока.

Как видно из рис. 4, точки зависимостей коэффициентов густоты речной сети от этого последнего аргумента дают значительно лучшую связь. Отклонение от наметившейся закономерности точки р. Ивины объясняется тем обстоятельством, что бассейн этой реки в несравненно большей степени заболочен, чем принятые для рассматриваемого построения водосборы других рек, что не учитывалось, хотя малая степень его озерности является следствием именно этого обстоятельства.

Таким образом, густота речной сети и в рассматриваемом районе зависит от величины модуля стока, и на эту связь влияет озерность бассейна: чем больше озерность при одном и том же модуле стока (среднем годовом расходе), тем меньше развита речная сеть. Влияние озерности на степень развития речной сети было нами ранее установлено на примерах рек бассейна р. Вилии, именно, река с большим количеством озер (Жеймяна) оказалась с пониженным развитием своих притоков. Наличие в бассейне озер делает развитие речной сети прерывистым, что отражается снижающим образом на степени ее густоты.

Таким образом, несомненная связь величин стока с коэффициентами густоты речной сети сильно видоизменяется от влияния озерности бассейнов.

Недостаточность данных о стоке лишает возможности сделать подробный анализ указанного. Повидимому, расширив карту густоты речной сети за пределы Онежского перешейка на другие части территории Карело-Финской республики, мы сможем получить достаточно данных об этой чрезвычайно интересной и важной как в теоретическом, так и практическом отношении связи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Панов Б. П. Речная сеть и сток. Изд. Гос. Гидрог. Инст., Л., 1934.
2. Панов Б. П. О методе построения карты густоты речной сети. Изд. Гос. Гидрог. Инст., Л., 1933.
3. Комков А. М. и Костриц И. В. Гидрографическая сеть и ее изображение на топографических картах. Практическое пособие по составлению топографических карт, в. 2. ВТУ Генерального Штаба, М., 1945.
4. Зайков Б. Д. Средний сток и его распределение в году на территории СССР. Гидрометиздат, Л. — М., 1946.
5. Horton Robert E. Erosional development of Stream and their drainage basins. Hydrophysical approach to quantitative morphology. Bulletin of the Geological Society of America. March 1945.