

УДК 551.48 + 627.133; 519.876; 504.064.2

ОЦЕНКА РЕЧНОЙ СЕТИ ПО ЧИСЛЕННОСТИ ВОДОТОКОВ**Мазуркин П.М., Смирнова Е.С.***Поволжский государственный технологический университет,
Йошкар-Ола, e-mail: kaf_po@mail.ru*

Для устойчивого водоснабжения населенных пунктов необходимо иметь круглогодичную и многолетнюю характеристику качества речной сети малой реки. И такую оценку, например, в ходе проведения санитарных испытаний речной воды, предлагается проводить по приведенной в статье методике. Обоснован коэффициент гидрографического качества речной сети как отношение мелких притоков первой группы распределения ко всему множеству водотоков всей речной сети малой реки.

Ключевые слова: малая река, распределение водотоков, мелкие притоки, коэффициент качества речной сети

ESTIMATION OF A RIVER NETWORK ON NUMBER OF WATER-CURRENTS**Mazurkin P.M., Smirnova E.S.***Volga State Technological University, Yoshkar-Ola, e-mail: kaf_po@mail.ru*

For steady water supply of settlements it is necessary to have the all-the-year-round and long-term characteristic of quality of a river network of the small river. And, for example, during realization of sanitary tests of river water, it is offered to carry out such estimation by the technique given in clause. The factor of hydrographic quality of a river network as the attitude of fine inflows of the first group of distribution to all set of water-currents of all river network of the small river is proved.

Keywords: the small river – distribution of water-currents – fine inflows – factor of quality of a river network

Предлагаемый способ [4] относится к гидрографической сети преимущественно малых рек и может быть использован при оценке экологического качества всей речной сети, а также отдельных её частей по группам водотоков.

Известен способ измерения речной сети [1, с. 38], включающий классификацию первичных водотоков по Р. Хортону, группировку их по различным порядкам, применение результатов измерений в расчетах коэффициента бифуркации речной сети как отношения между количествами притоков смежных порядков. При этом по значению коэффициента бифуркации судят об индивидуальных свойствах речной системы.

Однако группировка первичных, вторичных, третичных и других притоков по структуре речной сети оказывается недостаточно точным для экологической характеристики речной сети для водоснабжения.

Известен также способ измерения речной сети по численности водотоков по патенту [3], включающий измерение численности водотоков, уточнение значений длины и площади водосборов каждого притока реки в речной сети по результатам полевых или иных измерений, принятие шага группировки, например, по интервалам длины притока.

Недостаточно высокая точность экологической оценки речной сети по параметрам самой речной сети без привлечения растительного покрова не позволяет рекомендовать этот способ для характеристики

качества речной сети применительно к водоснабжению.

Для повышения функциональных возможностей и точности количественного описания речной сети и отдельных её частей по измеренным значениям длины учтенных притоков вначале строят гидрографическую схему речной сети. Затем вычисляют отношение длины водотоков к длине самой реки и оценивают развитость водотоков речной сети. По притокам вычисляют и принимают шаг группировки по интервалам длины притоков. После этого распределяют значения длины притоков по принятым для данной речной сети интервалам длины притоков. По отношению численности притоков из первой группы распределения водотоков к множеству притоков судят о ландшафтном качестве речной сети.

Затем речную сеть разделяют на части по основным притокам, примыкающим к реке начиная от истока реки, подсчитывают по гидрографической схеме речной сети количество мелких притоков у реки и основных её притоков. А по отношениям численности мелких притоков к общей численности водотоков судят об экологическом качестве реки и основных её притоков. Гидрографическую схему речной сети и отдельных её частей по основным притокам строят в масштабе, начиная от истока до устья реки слева направо, при этом притоки показывают отрезками прямых линий под углом примыкания в 45°.

Отношение длины водотоков речной сети к длине самой реки показывает развитость водотоков речной сети по формуле:

$$K = L_c / L_p, \quad (1)$$

где K – коэффициент развитости водотоков речной сети; L_c – общая длина всех водотоков речной сети, включая длину самой реки и всех её учтенных притоков, км; L_p – длина реки от истока до устья, км.

По множеству длин притоков вычисляются и принимают шаг группировки по ин-

тервалам значений длины притоков по формуле Г.А. Стреджеса:

$$\Delta x = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{1 + 3,322 \lg n}, \quad (2)$$

где x_{\max} , x_{\min} – максимальное и минимальное значение длины притоков; n – количество учтенных водотоков речной сети, при этом выражение в знаменателе формулы характеризует число групп наблюдений m , поэтому для удобства применения значения n и m по Г.А. Стреджесу приведены в табл. 1.

Таблица 1

Количество групп водотоков в зависимости от их общего числа, шт.

| | | | | | | | |
|-----|-------|-------|-------|--------|---------|---------|----------|
| n | 15–24 | 25–44 | 45–89 | 90–179 | 180–359 | 360–719 | 720–1439 |
| m | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |

Длины притоков по интервалам распределяют с учетом масштаба карты и точности перенесения из натуры на карту тех притоков, которые имеют длину больше масштаба карты, а при натурных измерениях за учтенные притоки принимают все круглогодичные, сезонные или же кратковременные перебыхающие водотоки, влияющие на качество водоснабжения.

По отношению численности притоков первой группы к численности всех притоков судят о качестве речной сети по формуле

$$k_{pc} = n_i / n, \quad (3)$$

где k_{pc} – коэффициент ландшафтного или гидрографического качества; n_i – численность притоков первого интервала длины, шт.; n – общее число притоков, включая и саму реку, в речной сети, шт.

Отношением численности мелких притоков, которая может оказаться равной или меньшей количеству учтенных притоков первой группы по Г.А. Стреджесу, к общей численности водотоков речной сети или же её структурной части судят об экологическом качестве реки и её части по формуле

$$k_{эк} = n_{\min L} / n_{\text{ч}}, \quad (4)$$

где $k_{эк}$ – коэффициент экологического качества сети или же её части; $n_{\min L}$ – количество мелких притоков, попавших в первую группу по формуле Г.А. Стреджеса интервалов длины шт.; $n_{\text{ч}}$ – общее количество притоков в речной сети или в её части, шт.

Сущность способа заключается в том, что речная сеть принимается за динамичный природный объект, изменяющий численность своих водотоков и притоков (приток содержит, по крайней мере, один водоток)

в зависимости от рельефа (главный элемент ландшафта) и других орографических условий свою структуру и свойства. Особую динамичность изменениям речной сети малой реки придает водоснабжение.

Способ оценки речной сети по численности водотоков выполняется, например, для притоков малой реки, следующим образом.

Вначале по справочным данным составляется табличная модель значений длины реки и её притоков. Эта табличная модель до сих пор не применялась для экологической оценки речной сети. Поэтому необходимо провести уточняющие гидрологические, орографические, ландшафтные и иные измерения в натуре или же на картах, космических и аэрофотоснимках.

Пример. Группировка длин выполнялась после уточняющих измерений натурными и картографическими способами речной сети Уржумка на территории Республики Марий Эл и частично в Кировской области (табл. 2).

Всего оказалось 203 учтенных водотоков, включая и саму реку Уржумка (рис. 1). Длина тела Уржумки равна 99,0 км, а с учетом всех учтенных притоков общая длина притоков речной сети равна 494,1 км.

В табл. 2 приведены сводные данные распределения притоков.

Коэффициент развития Уржумки равен $K = L_c / L_p = 494,1 / 99,0 = 4,99$. Этот показатель позволяет сравнивать между собой речные системы: чем больше коэффициент развитости, тем выше экологические свойства. По всем притокам интервал длины по формуле (2) равен $(23,9 - 0,1) / 8,6655 = 2,747$ км. Для удобства округлили интервал длины в 2,75 км.

Таблица 2

Параметры притоков реки Уржумка (фрагмент табличной модели по [2])

| № п/п | Наименование реки и её притоков | Расстояние до места впадения притока, км | Данные до проведения картографических измерений | Данные после уточняющих картографических измерений |
|-------|-----------------------------------|--|---|--|
| | | | Длина L , км | Длина L , км |
| 0 | Уржумка (устье малой реки) | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1а пр. пр. р. Уржумка | 2,1 | – | 1,0 |
| 2 | 1 л. пр. р. Уржумка | 3,4 | 0,8 | 2,1 |
| 3 | 1а пр. пр. 1-го л. пр. р. Уржумка | 1,7 | – | 0,7 |
| 4 | 2а пр. пр. р. Уржумка | 89,4 | – | 1,3 |
| 5 | 2 л. пр. р. Уржумка | 90,9 | 2,7 | 2,9 |
| 6 | 3 л. пр. р. Уржумка | 90,6 | 1,9 | 5,3 |
| 7 | 4 л. пр. р. Уржумка | 88,9 | 0,7 | 3,4 |
| 8 | 5 л. пр. р. Уржумка | 85,8 | 7,8 | 6,6 |

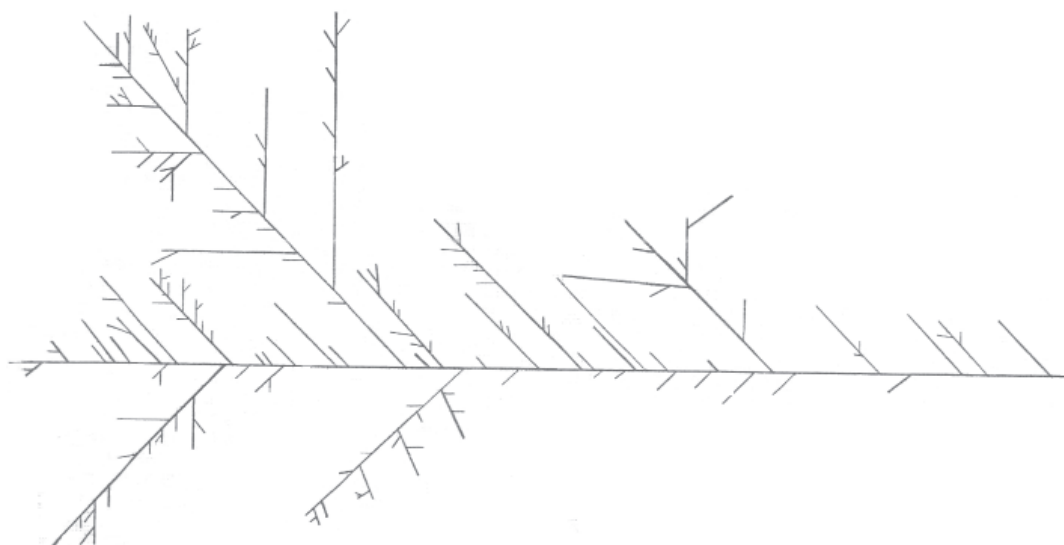


Рис. 1. Гидрографическая схема речной сети малой реки Уржумка

Таблица 2

Количество мелких притоков у притоков реки Уржумка по отдельным группам

| Наименование и код основного притока | Кол-во притоков $n_{ч}$, шт. | Группы по интервалам длины притоков | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|-----------|-----------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | | Интервалы длины притоков, км | | | | | | | | |
| | | 0,00–2,75 | 2,76–5,50 | 5,51–8,25 | 8,26–11,00 | 11,01–13,75 | 13,76–16,50 | 16,51–19,25 | 19,26–22,00 | 22,01–24,75 |
| Речная сеть | 203 | 142 | 34 | 6 | 7 | 7 | – | – | 3 | 3 |
| П 01 | 9 | 5 | 1 | 1 | 1 | – | – | – | – | – |
| П 02 | 10 | 6 | 3 | – | – | – | – | – | – | – |
| П 03 | 10 | 8 | 1 | – | – | – | – | – | – | – |
| П01 + П02 + П03 | 29 | 19 | 5 | 1 | 1 | – | – | – | – | – |
| П 04* | 12 | 7 | 4 | – | – | – | – | – | – | – |
| П 05 | 8 | 5 | 2 | – | – | – | – | – | – | – |
| П 06 | 10 | 6 | 1 | 2 | – | – | – | – | – | – |
| П 07 | 9 | 7 | 1 | – | – | – | – | – | – | – |
| П 08 | 6 | 1 | 2 | 1 | – | 1 | – | – | – | – |
| Река Уржумка | 33 | 17 | 5 | 6 | 3 | 1 | – | – | – | – |

Примечание: * Без учета структуры пяти основных притоков у этого основного притока.

В табл. 2 общее количество притоков включает и сам основной приток. Результаты расчетов приведены в табл. 3.

Учет мелких притоков на теле основного притока (рис. 2), включая и самую ма-

лую реку, дает оценку по коэффициенту $k_{эк} = n_{минL} / n_{ч}$ лучше по сравнению с $k_{рс} = n / n$. Часть мелких притоков на реке высохла, и, по мере роста водоснабжения, будут пересыхать и другие мелкие притоки Уржумки.

Таблица 3

Коэффициенты качества реки Уржумка, её речной сети и структурных частей

| Наименование и код основного притока | Кол-во притоков $n_{ч}$, шт. | Мелкие притоки основных притоков | | Общее кол-во притоков n , шт. | Притоки первой группы | |
|--------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------|------------------|
| | | 0,00–2,75 | $k_{эк} = n_{минL} / n_{ч}$ | | 0,00–2,75 | $k_{рс} = n / n$ |
| Речная сеть | – | – | – | 203 | 142 | 0,700 |
| П 01 | 9 | 5 | 0,556 | 14 | 10 | 0,714 |
| П 02 | 10 | 6 | 0,600 | 14 | 10 | 0,714 |
| П 03 | 10 | 8 | 0,800 | 13 | 11 | 0,846 |
| П01 + П02 + П03 | 29 | 19 | 0,655 | 41 | 31 | 0,756 |
| П 04 | 12 | 7 | 0,583 | 57 | 35 | 0,614 |
| П 05 | 8 | 5 | 0,625 | 14 | 11 | 0,786 |
| П 06 | 10 | 6 | 0,600 | 16 | 12 | 0,750 |
| П 07 | 9 | 7 | 0,778 | 10 | 8 | 0,800 |
| П 08 | 6 | 1 | 0,167 | 10 | 4 | 0,400 |
| Река Уржумка | 33 | 17 | 0,515 | – | – | – |

Пр и м е ч а н и е : Полу жирным шрифтом выделен экологически неблагополучный приток.

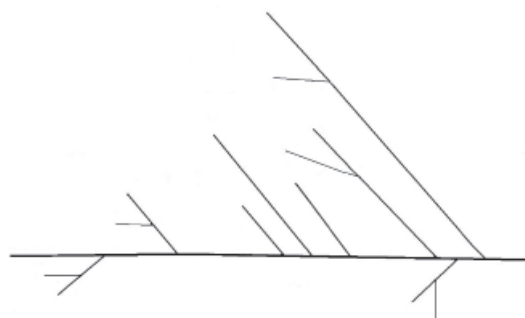


Рис. 2. Первая часть речной сети от истока до впадения в реку Уржумку последующего основного притока с разветвленными водотоками

Предлагаемый способ оценки качества речной сети для устойчивого водоснабжения прост в расчетах, так как для предлагаемой методики оценки необходима только

сводная таблица с длинами притоков и схема гидрографической речной сети малой реки в целом и по отдельным её частям.

Список литературы

1. Географические закономерности гидрологических процессов юга восточной Сибири / А.Н. Антипов, Н.В. Абасов, Т.В. Бережных и др. – Иркутск: Изд-во Института географии СО РАН, 2003. – 208 с.
2. Иванов А.А., Мазуркин П.М. Экологическая оценка водосборов малых рек (на примере Республики Марий Эл). – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2007. – 108 с.
3. Пат. 2284472, Российская Федерация, МПК G 01 C 13/00 (2006.01). Способ измерения речной сети по численности водотоков / Мазуркин П.М., Иванов А.А. (РФ); заявитель и патентообладатель Марийск. гос. тех. ун-т. – № 2005138176/28; заявл. 27.12.04; опубл. 27.09.06, Бюл. № 27.
4. Пат. 2390806 Российская Федерация, МПК G 01 W 01 / 00 (2006.01). Способ гидрографической оценки речной сети по численности водотоков / Мазуркин П.М., Смирнова Е.С. (РФ); заявитель и патентообладатель Марийск. гос. тех. ун-т. – № 2008101141/28; заявл. 09.01.2008; опубл. 27.05.2010.