

ПРОТЯЖЕННОСТЬ ВОДОТОКОВ РАЗЛИЧНЫХ ПОРЯДКОВ НЕКОТОРЫХ РЕК ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА.

Самохвалов В.Л.,

Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Магадан

Аннотация. Рассмотрены порядки водотоков административно-территориальных единиц Дальнего Востока, бассейнов трех крупных рек - Яна, Индигирка и Колыма на территории республики Саха (Якутии) Магаданской области и Чукотского автономного округа, а также некоторых островов Северного Ледовитого и Тихого океанов.

Приведены оригинальные данные о количестве и средних размерах порядков притоков указанных объектов. Для всех регионов и рек приводится процентный состав водотоков всех порядков по их средней длине. Показано, что изменение числа порядков происходит не только в зависимости от величины водосборной площади, но и от формы водосборов и их орографии. Максимальные порядки – 9 – отмечены для трёх крупных рек – Яна, Колыма и Анадырь. Порядок водотока может служить показателем размера притока реки.

Полученные результаты совпадают с имеющимися литературными данными для региона по изменению размеров порядков водотоков и их числа от размера площади водосбора и размеров при изменении самих порядков.

Ключевые слова: *порядок водотока, длина водотока, коэффициент корреляции*

LENGTH OF STREAMS OF VARIOUS ORDERS OF SOME RIVERS, OF THE FAR EAST

Samokhvalov V.L.,

Institute of Biological Problems of the North, Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, the Russian Federation, Magadan

Annotation. The stream orders of the administrative-territorial units in the Far East and of the basins of the three large rivers - Yana, Indigirka and Kolyma, on the territory of the Republic of Sakha (Yakutia), the Magadan Region and the Chukotka Autonomous Okrug, as well as on some islands of the Arctic and Pacific Oceans have been considered.

The original data on the number and average sizes of the tributary orders of the mentioned objects are given. The percentage of streams of all orders according to their average length is given for all regions and rivers. The change in the number of orders is shown to depend both on the size of the catchment area and on the shape of the catchments and their orography. The maximum orders, 9, were noted for the Yana, the Kolyma, and the Anadyr rivers. The order of the stream can serve as an indicator of the size of the river's tributary.

The results obtained agree with the available literature data for the region concerning the change in the size of the stream orders and their number depending on the size of the catchment area and changing sizes of the orders.

Keywords: *stream order, stream length, correlation coefficient*

Введение. Порядки водотоков и водосборов являются важной их характеристикой, позволяющей оценивать размеры и форму, сложность рек и их притоков в гидрологических геоморфологических исследованиях. Однако состояние сложности, и разветвленности и размера водотоков Дальнего Востока, а особенно связь размеров водотоков с их порядком,

изучены недостаточно. По этой причине основная цель данной работы состоит в том, чтобы охарактеризовать реки региона в отношении их порядков.

Параметры водотоков разных порядков (суммарная протяженность (км) и процентный состав в суммарной длине водотоков) были определены для Хабаровского, Приморского и Камчатского краев, Магаданской и Сахалинской областей, Еврейской автономной области и Чукотского автономного округа, крупных северных рек Яны и Индигирки на территории республики Саха (Якутии) и реки Колымы, протекающей на территории Магаданской области, республики Саха (Якутии) и Чукотского автономного округа. Порядок реки Амур определен только для территории Хабаровского края и не определялся для соседних областей России, КНР и Монголии. Рассмотрены порядки некоторых крупных островов побережья Тихого и Северного Ледовитого океанов.

Материалы и методы. Речную сеть перечисленных областей Дальнего Востока и крупных рек построили в программе ARCGIS 10.4 с помощью карты высот земной поверхности, полученной с сайта [11]. Для приближения получаемой в ГИС карты к масштабу 1:100000 при определении речной сети выбирался сток из 250 ячеек. По этим материалам были определены бассейны рек и порядки водотоков по методу Хортонa [8] в модификации Стралера [10] и Философова [7].

Протяженность водотоков каждого порядка определялась как среднее значение для всей области (водосбора реки, общей площади области, края).

Статистические характеристики полученных порядков (параметры экспоненциальных зависимостей между порядками и суммарной протяженностью водотоков) рассчитаны в программе MS Excel.

Результаты и их обсуждение. Данные по порядкам бассейнов и водотоков и их характеристикам получены для разных регионов мира и приводятся в обзоре [5]. Для водотоков Дальнего Востока Азии такого рода данные крайне немногочисленны. Так, имеются данные, характеризующие водотоки разных порядков по наиболее изученной части Яно-Колымской золотоносной провинции [1]. Наши данные по северо-востоку Азии характеризуют реки и их бассейны лишь выборочно и применительно к температурным условиям [6] или состоянию сообществ донных организмов [3,4]. Более подробные характеристики порядков рек бассейнов Восточно-Сибирского, Берингова и Охотского морей изложены в работе [6]

Максимальные значения порядков водотоков дальневосточного региона – 9 (табл. 1) приходится на реки Яна, Колыма и Чукотского автономного округа (наиболее крупная река – Анадырь). Минимальные значения этого показателя отмечаются для Сахалинской области – 6 и Еврейской автономной области – 7. Можно отметить, что максимальный порядок водотока теснейшим образом связан с площадью, как для групп рек на территории области, так и для отдельных рек. Высок коэффициент корреляции между площадью и количеством водотоков шестого порядка – 0,98.

Однако следует отметить, размер площади не единственный параметр определяющий порядок. Так, площадь Сахалинской области почти в три раза больше таковой Еврейской АО. Порядок водотоков при этом выше для Еврейской АО. Из этого следует, что порядок водотоков зависит также и от других показателей водосборов, например, от формы и орографии водосборных площадей.

Крайне интересен факт, что процент средней длины водотоков, особенно первых порядков, очень близок у всех рек и административно-территориальных областей (Табл. 2). Он не зависит ни от размера водосборной площади, ни от общего числа порядков и мало меняется в зависимости от широты расположения. Так, притоки первого порядка для всех регионов и крупных рек составляют около 50% от суммарной длины всех водотоков. Это относится и к самым крупным областям и рекам и к небольшим регионам, таким как Еврейская автономная и Сахалинская области. У крупных порядков разброс размеров несколько выше.

Однако и точность определения средних размеров водотоков этих порядков по причине их немногочисленности, значительно ниже, чем для мелких.

Таблица 1.

Количество крупных водотоков высоких (шестой и выше) порядков в обследуемом регионе

Порядок	Площадь, км ²	Шестой	Седьмой	Восьмой	Девятый
р. Яна	238000	28	9	2	1
р. Индигирка	360000	30	11	1	–
р. Колыма	647000	78	15	4	1
Чукотский АО	737700	79	17	4	1
Магаданская обл.	461400	54	10	2	–
Камчатский кр.	472300	49	8	2	–
Сахалинская обл.	87100	4	–	–	–
Хабаровский кр.	788600	77	19	3	–
Приморский кр.	165900	14	4	1	–
Еврейская АО	36000	3	1	–	–

Таблица 2.

Процент суммарной длины водотоков различных порядков в обследуемом регионе.

Порядок водотока	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Всего %
р. Яна	51,4	24,9	11,8	5,8	2,6	1,8	0,9	0,6	0,4	100
р. Индигирка	53	23,5	11,6	5,9	3	1,5	0,8	0,7	-	100
р. Колыма	52,3	23,9	11,9	5,8	3,1	1,4	0,9	0,5	0,2	100
Чукотский АО	53,3	23,6	11,8	5,7	2,9	1,5	0,9	0,2	0,1	100
Магаданская обл.	51,5	25	12,3	5,7	3	1,6	0,6	0,2	-	100
Камчатский кр.	48,2	23,5	12,1	11,5	3	1,2	0,4	0,2	-	100
Сахалинская обл.	52,7	26,8	12,8	5,5	1,8	0,4	-	-	-	100
Хабаровский кр.	49,8	25,5	12,8	6	3,2	1,6	0,9	0,2	-	100
Приморский кр.	49,5	26,3	12,8	6,2	3	1,5	0,7	0	-	100
Еврейская АО	49,8	26,6	12,9	6,1	2,6	2	0,1	-	-	100

Порядки водотоков островов Тихого и Северного Ледовитого океанов значительно меньше, чем водотоков других рассмотренных выше областей. Например, притоки рек Курильских островов обычно относятся к трём первым порядкам. Лишь на крупных островах Большой Курильской гряды водотоки иногда достигают четвёртого порядка (на о. Итуруп 4 водотока, на о. Кунашир – один). К трем первым порядкам относятся и водотоки Шантарских островов Охотского моря. На острове Врангеля между Чукотским и Восточно-Сибирским морями Северном Ледовитом океане при площади 7 670 км² пять водотоков пятого порядка.

А на острове Айон в Чаунской губе с площадью 2000 км² четыре водотока максимального четвёртого порядка.

Как для отдельных рек, краёв и областей, порядки островных водотоков тесно связаны с размером площадей островов, то есть большее значение этого показателя наблюдаются на более крупных островах.

Число порядков при увеличении на единицу часто меняется закономерно. Например, для р. Колыма с 9 по 6 порядок их число возросло приблизительно в четыре раза при уменьшении порядка. Близкая картина наблюдается для Чукотского АО. Практически аналогичное увеличение числа притоков в четыре раза наблюдается и для водотоков 6 – 8 порядков в Приморском крае.

Для водотоков обследованных областей и крупных рек наблюдаются близкие значения показателей длин рек в порядках, приходящихся на единицу площади 1 км² (табл. 3), то есть густота речной сети. Так диапазон средних длин водотоков первого порядка находится в пределах от 282 м в Приморском крае до 379 м в бассейне р. Индигирка.

При увеличении порядков водотоков на единицу суммарная протяженность рек обычно уменьшается вдвое.

Аналогичные результаты ранее были получены изменениям размеров рек различных регионов всего мира [5] Российской Федерации [4, 11]. Для водотоков Северо-Востока Азии, и, в частности, для бассейнов рек Верхней Колымы [6] в порядках с 1 по 7 в каждом более высоком порядке количество потоков уменьшается в 4 раза, ширина меженного русла увеличивается в 1,8 раза; уклон уменьшается в два раза; среднегодовые расходы увеличиваются в три раза.

Между порядками водотоков и их средней протяженностью существует теснейшая связь. Об этом свидетельствуют крайне высокие коэффициенты корреляции при экспоненциальной зависимости между этими параметрами. Они во всех случаях превышают значение $r = 0.9$, однако обычно значительно выше этого показателя – для крупных рек и водотоков Чукотского АО даже более 0,99.

Порядки водотоков и их долин принято делить на группы [9]. Их три – низкие, куда входят первые и вторые порядки, средние (третьи, четвертые и пятые) и высокие (шестые и более). Согласно этому делению, были сравнены данные по проценту групп порядков.

Поскольку порядки водотоков для бассейнов Яно-Колымской геологической провинции [1] были определены по топографическим картам масштаба 1:100000, а наши данные с помощью геоинформационной системы, наблюдаются некоторые различия между значениями для групп порядков. Однако эти различия крайне малы и проявляются лишь для притоков низких порядков. Диапазон этих различий – 72% – 80%. Суммарные значения процентов длин водотоков низких и средних порядков близки и составляют 96 – 98 %, за исключением рек Сахалинской области, где нет крупных порядков и значение суммы низких и средних – 100%.

Выводы

Оригинальные данные по порядкам водотоков некоторых крупных рек и административно – территориальных областей Дальнего Востока позволили выявить некоторые закономерности и особенности структуры речных сетей региона.

Максимальное число порядков притоков (девять) отмечено для водотоков Чукотского АО (р. Анадырь) и крупных рек – Яны и Колымы.

Выяснено, что в наибольшей степени величина и количество порядков зависят, прежде всего, от размеров площадей, как водосборных для отдельных рек, так и для общих площадей обследованных областей. Однако форма и орография этих площадей также влияют на показатели и число порядков.

Установлено, что для всего региона при увеличении порядка характерно уменьшение приблизительно вдвое плотности водотоков (км/км²), и уменьшение вдвое процента суммарной протяженности данного порядка.

Полученные результаты по числу и протяженности водотоков имеют близки к немногочисленным литературным данным для дальневосточных рек.

Литература

1. Геология россыпей золота Северо-Востока СССР / под ред. О.Х. Цопанова. – Магадан: Магаданское книжн. изд-во, 1979. – 120 с.
2. Ржаницын Н.А. Руслоформирующие процессы рек. – Л., Гидрометеиздат, 1985, – 263 с.
3. Самохвалов В.Л. Порядок водотока и распределение зообентоса в верховьях р. Колыма // Чтения памяти академика К.В.Симакова. Материалы докладов Всероссийской научной конференции (Магадан, 26-28 ноября 2013г.). – Магадан, 2013. – С.166-167.
4. Самохвалов В.Л. Параметры водосборов и некоторые показатели зообентоса водотоков Северо-Востока Азии // Регионы нового освоения: современное состояние природных комплексов и их охрана: материалы Международной научной конференции. 5–7 октября 2021 г. – Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2021. – С. 87-90 (Электронное издание)
5. Самохвалов В.Л., Ухов Н.В. Геоинформационные карты рельефа Северо-Востока Азии как основа изучения морфологии речных бассейнов // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2020. – № 4. – С. 14-20. DOI: 10.17308/geo.2020.4/3061
6. Samokhvalov V.L., Ukhov N.V. Thermal regime of water courses of different order in the basin of the upper Kolyma river // Arctic Environmental Research. – 2018. – № 4. – С. 175-181. DOI: 10.3897/issn2541-8416.2018.18.4.175
7. Философов В.П. Порядки долин и их использование при геологических исследованиях // Научный ежегодник за 1955 г. Саратовский университет, геологич. факультет. – Саратов: Изд-во Саратовского ун-та. 1959. – 256 с.
8. Хортон Р.Е. Эрозионное развитие рек и водосборных бассейнов. Гидрофизический подход к количественной морфологии. – М.: Гос. Изд-во Иностран. лит-ры. 1948. – 159 с.
9. Downing J.A., Cole J.J., Duarte C.M., Middelburg J.J., Melack J.M., Prairie Y.T., Kortelainen P., Striegl R.G., McDowell W.H., Tranvik L.J. Global abundance and size distribution of streams and rivers // Inland Waters. – 2012. – № 2. – Pp. 229-236. DOI: 10.5268/IW-2.4.502
10. Strahler A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology // Transactions of the American Geophysical Union. – 1957. – Т. 38, вып. 6. – С. 913–920.
11. The whole world is now on this site at 3 and 15 arc second resolutions http://viewfinderpanoramas.org/Coverage%20map%20viewfinderpanoramas_org3.htm