

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ МАЛОИЗУЧЕННЫХ РЕК АЛТАЕ -САЯНСКОЙ ГОРНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ

В.В. Паромов, Л.Н. Шантыкова, А.И. Петров

Томский государственный университет

Предложен способ оценки нормы годового стока единой природной системы на основе использования зависимости стока от средней высоты водосбора. Представлены статистические критерии выбора вида функций регрессии, оценки полученных уравнений на зависимом и независимом материале. С учетом локальных высотных зависимостей, степени синхронности колебаний стока и рельефа выделены три района. Даны рекомендации по проведению их границ. Полученные уравнения регрессии и выделенные районы рекомендованы для расчета стока неизученных рек Алтае-Саянской горной системы.

ВВЕДЕНИЕ

Речные водные ресурсы являются одним из важнейших компонентов природных богатств планеты Земля. Несмотря на то, что они регулярно возобновляются, проблема их учета и рационального использования остается одной из важнейших задач, не только научного, но и практического значения. Но разработка методов расчета, прогноза и рационального использования речного стока невозможна без всестороннего изучения особенностей его формирования.

В большинстве случаев методики расчета базируются на непосредственных измерениях гидрологических характеристик крупных или средних рек. Сеть пунктов наблюдений в основном расположена на равнинных территориях и не охватывает высокогорье. В то время как последние дают начало многим рекам. Поэтому предпринята попытка описания, статистической систематизации и обоснования метода расчета нормы стока неизученных территорий.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ

В пользу системного подхода свидетельствует обильность природных процессов в географических ландшафтах. Одним из важнейших составляющих ландшафта является сток [7]. Сток своим действием преобразует окружающую среду и одновременно его формирование зависит от совокупности факторов природных комплексов.

Относительное единство формирования стока можно выразить так:

1. В самых верхних зонах высокогорья отмечается единство форм рельефа, глубокая врезанность долин, резкая расчлененность крутых склонов, большой перепад высот от 150 до 2500 м, чередование различных по размерам отрицательных форм рельефа в виде цирков, каров, воронок, которые служат местом аккумуляции снега. Срединные части склонов в основном задернованы и прорезаны ложбинами, по которым происходит сход лавин и вынос обломочного материала. Они же могут служить руслами временных водотоков. Подножия склонов являются зоной накопления рыхлого обломочного материала, мощность которого может быть более 100 м. Видимого поверхностного стока со склонов нет, ввиду большой инфильтрацион-

ной способности осыпей. Сочетание форм рельефа усиливается экспозицией склонов. Северные склоны более крутые, менее задернованы и там больше скальных образований.

2. Геологическое строение определяется разновозрастными, сильно метаморфизированными дислоцированными кристаллическими породами. Здесь же хорошо представлены песчаники, кварциты, алевроиты, а также эффузивно-осадочные породы [1].

3. Смена почвенно-растительного покрова происходит вертикально. Высокогорный пояс отличается наличием горно-тундровых и горно-луговых почв; горно-лесной – горно-лесных дерновых почв; вечной мерзлотой островного типа. Наиболее распространены осиново-пихтовые, пихтово-кедровые, сухие лиственничные леса, которые сменяются на равнинных предгорьях и берегах Телецкого озера лесостепью. Относительно хорошо выражены высокотравные субальпийские и низкотравные альпийские луга. Горные моховые тундры встречаются в зоне снеговой линии.

4. Климат рассматриваемой территории характеризуется резко - континентальным типом. Среднеголетняя годовая сумма выпавших атмосферных осадков в Минусинской котловине составляет 300 мм, в то время как на склонах Абаканского, Саянского и других хребтах – 2500 мм [9]. Режим увлажненности в основном определяется западным и юго-западным переносом влагонесущих воздушных потоков. Благодаря большому перепаду высот местности процесс снегонакопления и снеготаяния, а следствием этого и сезонный снеговой сток, растягиваются на длительное время.

Температура воздуха летом в горных районах понижается с ростом высоты местности, а в зимний период её распределение имеет свои особенности. На открытых склонах температура воздуха вследствие инверсии выше, чем на равнинах и котловинах, где отмечается скопление и застой холодных масс воздуха. Средние январские температуры на склонах горных хребтов составляют -20°C , а в межгорных котловинах до -30°C ; июльские – не превышают в горах 16°C , а в котловинах 20°C [8].

Таким образом, сочетание физико-географических и климатических условий создают предпосылки для формирования водного режима рек горных, высокогорных районов и в целом природных систем Северного и Южного полушарий Земли [4].

2. МЕТОДИКА РАСЧЕТА

В работе использовались данные сети Роскомгидромета, материалы ГНИЛ гляцио-климатологии и кафедры гидрологии Томского государственного университета. На рассматриваемой территории расположено 67 постов с продолжительностью наблюдений от 2 до 100 лет. Площадь водосбора меняется от 10 до 10000 км², высотный диапазон – от 500 до 3000 м, но освещенность различных высотных зон крайне неравномерна. Если в низкогорье расположено 47 постов, в зоне среднегорья – 15, то в высокогорной ледниковой – только 5.

Для оптимальной оценки водных ресурсов, существующая сеть наблюдений крайне недостаточна. Тем более, что в последние годы сформировалась тенденция к закрытию гидрометеостанций и постов. Возникла необходимость приведения коротких рядов наблюдений к единому расчетному периоду. Выбор рек-аналогов для этого осуществлялся через анализ матрицы коэффициентов парной корреляции среднегодового стока. На основе метода “кластер-анализа” выявлены три группы рек. В первую вошли неледниковые реки с величиной парной корреляции ($r > 0,7$) со стоком р. Бия – г. Бийск. Во вторую – преимущественно неледниковые реки с высокими коэффициентами ($r > 0,7$) внутри группы. В третью группу включены реки, сток которых не синхронен как со стоком рек первой, так и второй групп ($r > 0$).

Анализ групп показал, что для более 75% створов в качестве аналога может быть взят ряд наблюдений у г. Бийска. С помощью разностной интегральной кривой расчетный интервал определен с 1945 по 1987 гг., который включает три полные фазы водности (рис. 1). Оценка расчетных норм годового стока осуществлялась по методикам СНиПа 2.01.14 – 83.

Установить непосредственные связи стока с метеорологическими факторами не представляется возможным. Поэтому взят способ зависимости стока от средней высоты водосбора [2, 6]. Проявление высотной закономерности усиливается влиянием ориентации горных хребтов к направлению движения влагонесущих воздушных потоков. Поэтому зависимость типа модулей нормы речного стока от средней высоты водосбора $M_p = f(H_{cp})$ наиболее четко выражено для ограниченных по площади орографических районов. В пределах этих районов степень влияния вышеперечисленных факторов остается неизменной или изменяется незначительно [3]. При использовании региональных зависимостей для оценки стока неизученных рек, нужно обратить внимание на правильное проведение границ орографических районов.

В пределах исследуемой территории выделены три локальные зависимости (рис. 2). Первые две зависимости аппроксимируются кривыми выпуклостью к оси ординат. Сюда относятся средние и малые реки, водосборы которых находятся на периферии горной страны, обращенной навстречу влагонесущим воздушным

потокам. Образование выпуклой кривой объясняется тем, что насыщенные влагой потоки воздуха, при подходе к горному массиву начинают интенсивно отдавать влагу. Таким образом, в периферийной низкогорной зоне формируются относительно высокие положительные величины градиентов стока по высоте.

Третья зависимость отражает увлажненность и условия формирования стока территорий, находящихся в “ветровой тени” по отношению к влагоненосу. Аппроксимация связи прямой объясняется тем, что в низкогорном высотном поясе отмечается значительное уменьшение выпавших атмосферных осадков по сравнению с предыдущими двумя.

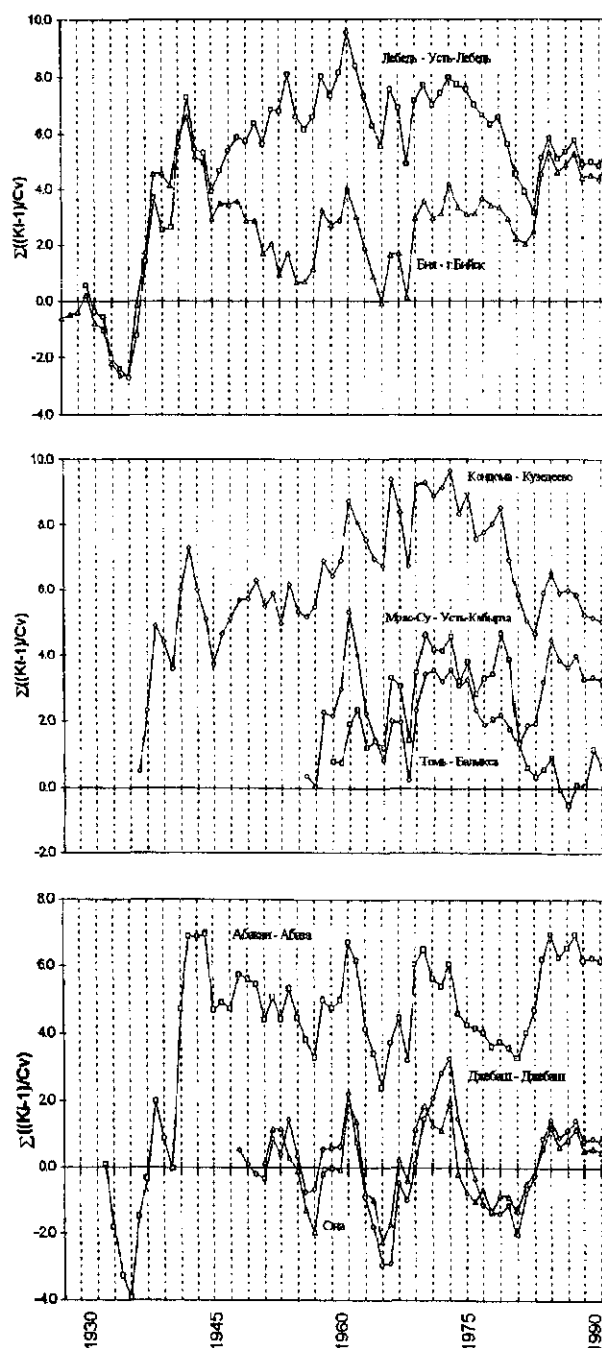


Рис.1. Разностные интегральные кривые годового стока

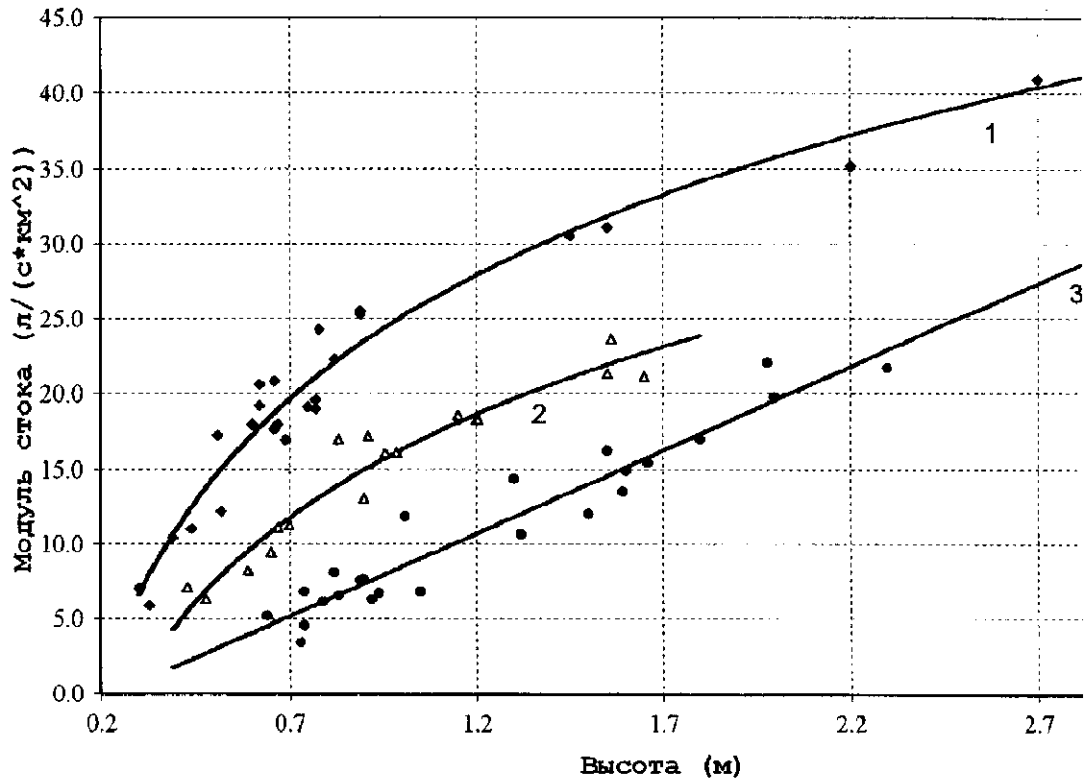


Рис. 2. Зависимость нормы стока от средней высоты водосбора для разных орографических районов

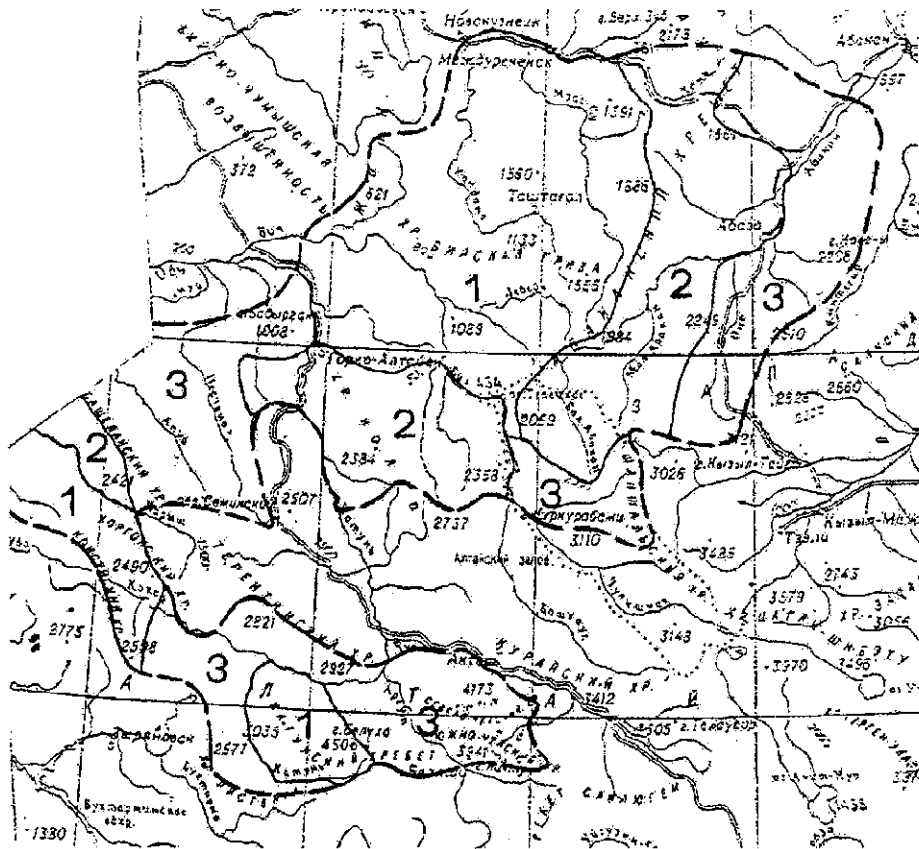


Рис. 3. Схематическая карта орографических районов

Уравнения регрессии для орогидрографических районов и ошибка нахождения нормы стока в створах неизученных рек

Район	Вид уравнения регрессии	Количество точек	r^2_{yx}	Стандартная ошибка расчета модуля стока				
				на «зависимом» материале		на «независимом» материале		
				S_0	ε (%)	S_H	ε (%)	S_{H05} %
I	$M_0 = 15.4 \ln(H) + 25,1$	25	0,98	1,75	9,5	1,81	10,4	3,98
II	$M_0 = 12.8 \ln(H) + 16,3$	16	0,97	0,82	6,5	0,90	7,6	2,03
III	$M_0 = 11.1 H - 2,63$	26	0,98	1,55	16,1	1,59	17,4	3,39

Контроль правильности выбора вида функции регрессии осуществлялся по методу, основанному на анализе регрессионных остатков. В качестве статистического критерия использован параметр Дарбина-Уотсона [5].

Оценка полученных уравнений регрессии проводилась на зависимом и независимом материале (табл. 1).

На основе полученных высотных зависимостей, с учетом синхронности колебаний водности рек (рис. 1) и орографии выделены три орогидрографических района (рис. 3).

Первый район включает левобережные притоки Чарыша от устья Кумира (включая сам Кумир) до устья реки Белой и верховья реки Коксы. Правобережные притоки Катуня от устья Иши и ниже; бассейн реки Бии, кроме Сарыкокши, Уйменя, Пыжи, Йогача; реки, впадающие в Телецкое озеро по правому берегу. В западной оконечности Катунского хребта расположены бассейны рек, впадающие в Катунь и берущие свое начало с ледников. Реки Горной Шории, такие как Мрас-Су, Кондома и другие более мелкие левобережные притоки реки Томи также входят в первый район.

Распределение стока низкогорной зоны района характеризуется колебаниями от 6,54 до 26,5 л/(с·км²). Величина среднего градиента модуля стока составляет 2,3 л/(с·км²) на 100 м поднятия. В пределах среднегорной зоны сток возрастает до 36,5 л/(с·км²), при среднем градиенте в 0,9 л/(с·км²). Высокогорье отличается увеличенным стоком – до 41,4 л/(с·км²) при градиенте 0,6 л/(с·км²).

Второй район охватывает бассейн реки Локтёвки, правобережные притоки реки Чарыш от Большого Башелака до Маралихи; бассейны рек Пыжа, Сарыкокша, Уймень, Йогач; реки, впадающие в Телецкое озеро с левого берега (Колдор, Большие Чили и др.);

правобережные притоки Катуня от Едитана до Маймы; верховья рек Каменка и Белокуриха. Перечисленные реки относятся к северо-западу и северо-востоку бассейна Верхней Оби. По условиям формирования стока сюда могут быть включены реки Абаканского хребта – Большой Абакан, Малый Абакан, левые притоки Абакана до впадения Таштыпа и верховья реки Томи до пгт. Балькса.

Водность рек второго района почти вдвое уменьшается по сравнению с первым и изменяется от 0,9 до 17,5 л/(с·км²) в низкогорье, возрастая до 24,5 л/(с·км²) в среднегорье, при градиентах соответственно 1,9 и 0,8 л/(с·км²).

Третий орогидрографический район объединяет бассейны рек Каменки (кроме верховий), Песчаной, Ануя, правобережные притоки Чарыша за пределами Усть-Канской котловины; центрально-алтайские бассейны левых притоков Катуня от истока до места впадения Аргута, правые притоки (реки Кучерла, Аккем, Аргут, Шавла, Юнгур, Карагем, Коксу, Коир) и реки северного склона Северо-Чуйского хребта; притоки Абакана с северных склонов хребта Западный Саян и его левые притоки от Теи до Аскиза.

Интенсивность увеличения стока с высотой для третьего района неизменна и составляет 1,1 л/(с·км²) на 100 м. При этом модуль стока в низкогорье меняется от 0,7 до 9,6 л/(с·км²), достигая в высокогорье величины в 31,7 л/(с·км²).

Таким образом, для расчета нормы стока неизученных территорий рекомендуется:

1. Карта-схема орогидрографических районов (рис. 3).

2. Зависимости $M_0 = f(H_{cp})$ (рис. 2) для каждого района аппроксимлируемые уравнениями регрессии (табл. 1).

Литература

1. Алтай-Саянская горная область. М.: Наука, 1969. 365 с.
2. Аллювиальная Н.М. Вертикальная зональность распределения стока на территории Алтая // Уч.записки Лен. гос. ун-та. Серия географических наук. 1955. № 199. Вып. 10. С. 137–158.
3. Большаков М.Н. Водные ресурсы советского Тянь-Шаня и методы их расчета. Фрунзе: Илим, 1974. 306 с.
4. Голубев Г.Н. Формирование речного стока в горно-ледниковых районах. М.: Наука, 1968. 85 с.
5. Ковалева Л.Н. Многофакторное прогнозирование на основе рядов динамики. М.: Статистика, 1980. 104 с.
6. Комлев А.М. Закономерности формирования речного стока. Пермь: Изд-во Пермского ун-та, 1992. 119 с.
7. Муравейский С.Д. Процесс стока как географический фактор. М.: Изд-во АН СССР, 1946. Т. 10. № 3.
8. Ресурсы поверхностных вод СССР. Аварго-Енисейский район. Енисей. Л.: Гидрометеоздат, 1972. Т. 16. Вып. 1. 518 с.
9. Севостьянов В.В., Шантыкова Л.Н. Режим твердых осадков высокогорных районов Монголии и юго-восточного Алтая // Природные условия, история, культура запада Монголии и сопредельных территорий: Тезисы. Ховд, 1997. С. 7.