

РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕТОДИКА РАСЧЁТА ГОДОВОГО И МАКСИМАЛЬНОГО СТОКА РЕК СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ЕНИСЕЙСКОГО КРЯЖА

Космаков И.В., Космаков В.И., Петров В.М., Дурнев В.Ф.

Научно-исследовательская лаборатория по экологии природных систем», НИЛ «ЭПРИС», Красноярск

epris@inbox.ru

Аннотация

На основе анализа гидрологической информации за многолетний период разработана региональная методика расчёта максимальных и годовых расходов воды при отсутствии данных наблюдений на Енисейском кряже в бассейнах рек Большой Пит и Вельмо для целей проектирования горнодобывающих предприятий на территории Северо-Енисейского муниципального района

Ключевые слова

Региональная зависимость, модуль стока, годовой сток, максимальный сток, гидрографические характеристики



Инженерное проектирование горнодобывающих предприятий связано с определением гидрологических характеристик на водных объектах, которые пересекают отведённую территорию, планируемые автодороги или проходят вблизи неё, причём наблюдения на подавляющем большинстве водотоков отсутствуют. Число проектируемых предприятий по добыче полезных ископаемых неуклонно повышается и возрастает необходимость в разработке региональных гидрологических моделей.

В настоящей работе рассматриваются результаты построения региональных моделей для расчётов годового и максимального стока рек рассматриваемой территории. Однородный

гидрологический район включает в себя бассейны рек Вельмо и Большой Пит, с площадями водосборов 33800 и 21700 км² соответственно. На реках исследуемой территории наблюдения проводились на 13 гидрометрических постах (см. таблицу). Продолжительность наблюдений разнообразна. Для определения расчётных гидрологических характеристик при отсутствии данных наблюдений нами выбран метод построения региональных зависимостей параметров распределения (средние значения и средние квадратичные отклонения) модулей годового и максимального стока от основных физико-географических факторов, приведённый в СП 33-101-2003 [1, 3].

Табл.1.

Список пунктов наблюдений

№	Река	Пункт	Дата открытия	Год закрытия
1.	Вельмо	пос. Вельмо-2	1991	действ
2.	Вельмо	7 км ниже устья р.Тея	01.05.1935	1978
3.	Вельмо	пос. Светлана	16.06.86	действ
4.	Руч. Миханский	пос.Вельмо-2	21.11.1966	действ.
5.	Тея	пос.Тея	30.07.1963	действ.
6.	Тея	Прииск Суворовский	29.09.33	1954
7.	Бурная	п.Бурный	12.06.77	действ.
8.	Большой Пит	пос. Брянка	1929	действ.
9.	Большой Пит	база Сухой Пит	03.10.1934	действ.
10.	Сухой Пит	база Сухой Пит	01.08.1961	действ.
11.	Ведуга	пос. Ведуга	23.09.1965	1979
12.	Чиримба	пос. Чиримба	01.01.1949	1965
13.	Черная	з. Черное	20.08.62	действ

Все расчёты были выполнены для многолетних рядов годовых и максимальных расходов. При этом проведена оценка однородности распределений и стационарности параметров для всех рядов наблюдений, все ряды наблюдений приведены к многолетнему периоду с последующей оценкой однородности и стационарности восстановленных рядов, определены параметры распределений модулей стока во всех пунктах наблюдений.

По результатам анализа и расчётов не было обнаружено статистически значимых нарушений однородности и стационарности как в исходных рядах наблюдений, так и в рядах, приведённых к многолетнему периоду. При приведении к многолетнему периоду продолжительность рядов составила 44 года.

При построении региональных зависимостей для модулей средних многолетних максимальных и годовых расходов воды и средних квадратичных отклонений в качестве факторов нами рассматривались: площадь и высота водосбора, средневзвешенный уклон реки. Лесистость и заболоченность не учитывались, поскольку они были одинаковы для всех водосборов.

По характеру водного режима исследуемые водотоки относятся к рекам с весенне-летним половодьем с паводками в теплый период года. За период весеннего половодья (май – июнь) здесь проходит более 50% годового стока, за зиму немногим более 10% . Весеннее половодье обычно начинается в первой декаде мая и продолжается в среднем около 60 дней, изменяясь от 48 до 74 суток. Продолжительность дождевых паводков колеблется в пределах от 3 до 11 суток и их максимальные расходы значительно уступают максимальным расходам половодья [2]. Основной составляющей стока весеннего половодья являются талые воды (80-85% стока половодья).

Расходы воды в течение года изменяются значительно: максимальный расход весеннего половодья может превышать зимний расход воды в 40 и более раз. На рис. 1, в качестве примера, показан годовой ход модульных коэффициентов расходов воды реки Чиримба за разные по водности годы (1959 – многоводный год, 1958 – средний по водности и 1962 – маловодный). Здесь

модульный коэффициент представлен отношением среднего суточного расхода воды к среднему многолетнему годовому расходу воды, что позволяет данный график рассматривать как универсальный для территории Енисейского края, иными словами – данный рисунок идентичен для любого водотока бассейнов рек Вельмо и Большой Пит.

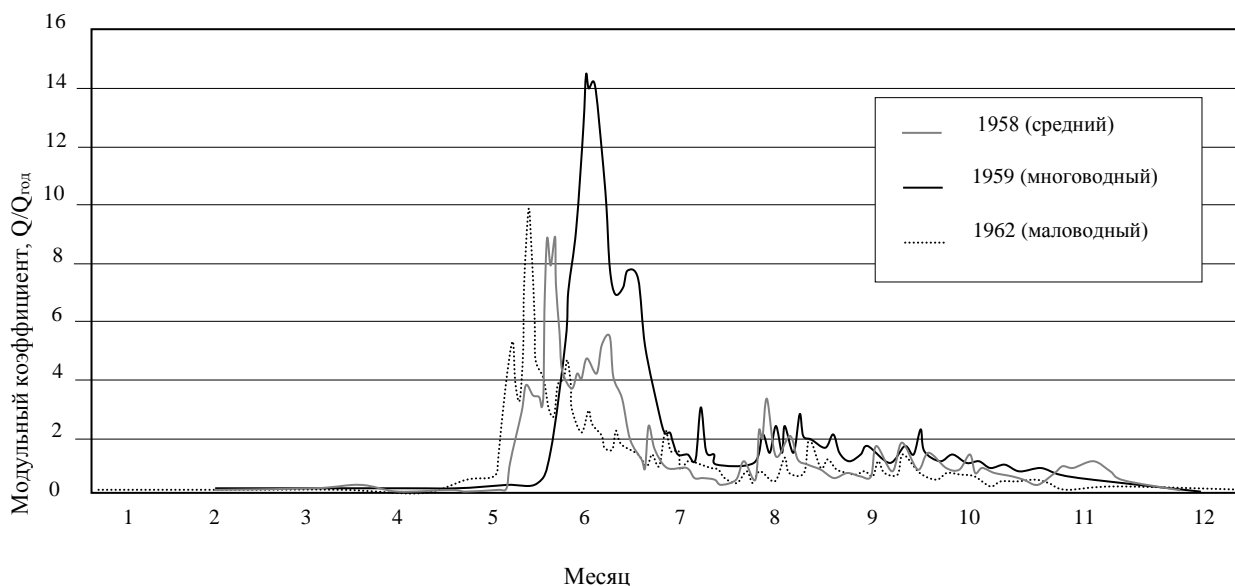


Рис. 1. Гидрограф модульных коэффициентов расходов воды р.Чиримба

Из рисунка видно, что основная масса воды реки проходит за период половодья, затем наступает резкое снижение водности и наступившая межень прерывается незначительными подъемами за счет дождевых паводков. Амплитуда колебаний уровня воды рек за период открытого русла редко превышает 2,0 м.

Первые ледяные образования на реках Енисейского края появляются в конце первой - начале второй декады октября, ледяной покров окончательно устанавливается в начале ноября. Зимой часто наблюдаются полыньи.

Период ледостава продолжается в среднем около 190 дней, а наибольшая его продолжительность более 210 дней. Максимальная толщина льда наблюдается в конце марта и в среднем достигает 90 см.

Вскрытие рек происходит в начале второй декады мая, очищение от льда – 18 – 25 мая. Очищение русел малых рек и ручьёв происходит посредством таяния льда в русле за счёт солнечной энергии и воды, текущей поверх льда. Реки, с площадью водосбора более 500 км², вскрываются с ледоходом.

Годовые и максимальные значения расходов воды этих рек колеблются синхронно. Проведённый корреляционный анализ показал тесную связь между значениями как средних годовых, так и максимальных расходов воды на реках бассейнов р. Вельмо и Большой Пит. Высокие значения коэффициентов корреляции позволяют использовать данные многолетних значений для установления региональных зависимостей среднего годового и максимального стока от физико-географических факторов. Используя методы математической статистики, основанные на корреляционном анализе и множественной линейной регрессии, привели имеющиеся данные к одному расчётному периоду. Уравнения регрессии надёжны.

Численные эксперименты показали, что связи между стоком и высотой бассейна для данного района не обнаруживается, но зависимость между средним многолетним модулем стока и площадью водосбора выражена явно и весьма тесная.

Эмпирическое поле точек аппроксимировано логарифмической зависимостью:

$$M = -1,98 \ln(F) + 29,5$$

где M – модуль среднемноголетнего годового стока, л/с*км²; F – площадь водосбора, км².

Среднее квадратичное отклонение для среднегодового стока равно:

$$\sigma = 0,0052 * F^{0,903}$$

Зависимость среднемноголетнего максимального стока приведена на рис. 2.

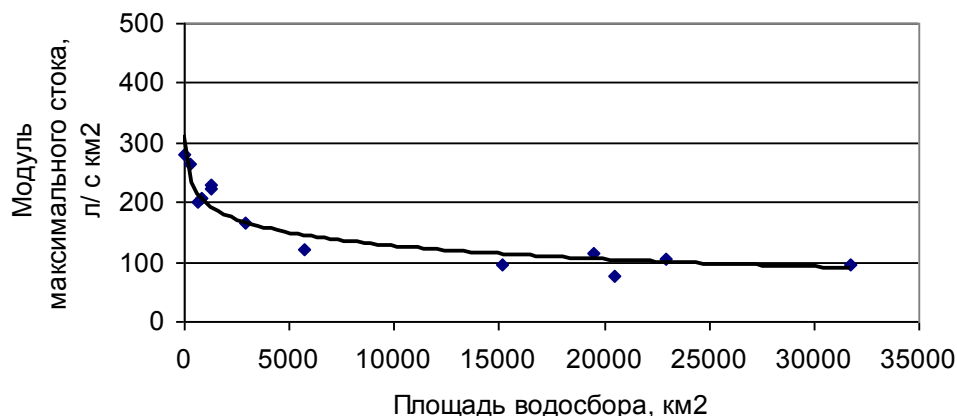


Рис. 2. Связь максимального стока рек от площади водосбора

Расчёт среднего многолетнего максимального стока производится по уравнению:

$$M_{\max} = -32,14 \ln(F) + 422,$$

где M_{\max} – среднемноголетний модуль максимального стока, л*/с км², F – площадь водосбора, км².

Среднее квадратичное отклонение для максимальных расходов воды (σ) для данной территории от площади водосбора (F) также, как и для годового стока, выражается степенной зависимостью:

$$\sigma_{\max} = 0,1872F^{0,8171}$$

Все зависимости характеризуются хорошей теснотой связи (R изменяется от 0,97 до 0,99).

Оценка качества полученных связей оценивается как хорошая.

Таким образом, хотя объём исходной информации и ограничен количеством пунктов наблюдений, полученные результаты могут быть использованы для определения расчётных характеристик стока в исследуемом районе. Следует отметить, что полученные зависимости при применении к очень малым водосборам будут находиться в достаточно большом диапазоне экстраполяции, поскольку наименьшая площадь водосбора, использованная в разработках равна 32,3 км².

Список литературы

1. Лобанов В.А., Никитин В.Н. Региональные модели определения характеристик максимального стока в зависимости от гидрографических факторов // Метеорология и гидрология. 2006. № 11. С. 60-69.
2. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 16. Ангаро-Енисейский район. Вып. 1. Енисей. Л., Гидрометеиздат, 1973. 723 с.
3. СП 33-101-2003. Определение основных расчётных гидрологических характеристик. М.: Госстрой России, 2003. 74 с.