

**Распределение водохранилищ Беларуси
в соответствии с классификацией М.А.Фортунатова [5]**

Характер водообмена	Период водообмена	Показатель водообмена (число раз в течение года)	Примеры водохранилищ Беларуси
Очень большой	0,1	10	Волковичское, Плещеницкое, Зельвенское, Гать, Дабосня, Осиповичское, Чичеренское
Большой	0,10–0,25	10–4	Стародворское, Вилейское, Любанское, Солигорское, Вяча, Тетеринское
Значительный	0,25–0,50	4–2	Днепрец, Локтыши
Средний	0,50–1,00	2–1	Краснослободское
Умеренный	1,00–2,0	1–0,5	Марьина Горка
Замедленный	2,0–3,0	0,50–0,33	–
Слабый	3,0	0,33	–

Как уже отмечалось, основная масса рассмотренных водохранилищ характеризуется повышенным значением водообмена и, следовательно, характер внутриводоемных процессов в них не отличается от речного.

Предполагаемая методика не подходит для наливных водохранилищ и работающих в каскаде либо комбинированных, как, например, Заславское водохранилище, питающееся в том числе и за счет канала переброски Вилейско-Минской водной системы. Для оценки процессов озерных, наливных и озерно-наливных водохранилищ необходимо располагать данными об основных элементах водного баланса.

1. Базыленко Г.М., Лопух П.С. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер.2. 1980. С.49.
2. Богословский Б.Б., Филь С.А. // Географогидрологический метод исследования вод суши. Л., 1984.
3. Гриневич А.Г., Гречухина Т.Д., Кондрат А.В. // Изучение и использование водных ресурсов. М., 1980. С.61.
4. Литвинов А.С., Законнова А.В. // Водные ресурсы. 1986. №3. С.69.
5. Фортунатов М.А. // Факторы формирования водных масс и районирование внутренних водоемов. М., 1974.
6. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т.5. Белоруссия и Верхнее Приднепровье. Л., 1976.
7. Тарасов М.Н., Павелко И.М. // Гидрохимические материалы. 1969. Т.4. С.47.
8. Широков В.М., Пидопличко В.А. Водохранилища Белоруссии. Мн., 1992.

Поступила в редакцию 04.12.97.

УДК 910.1.911.2

А.Г.ГРИНЕВИЧ, Ю.Н.ЕМЕЛЬЯНОВ, О.В.ШКЛЯНКО

**МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЛИМИТИРУЮЩЕГО ГИДРОГРАФА
НА ОСНОВЕ МНОГОЛЕТНИХ ДАННЫХ О ГИДРОЛОГИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ**

The methods of calculation of the limiting hydrograph on the basis of long-term data about the hydrologic rate of Belarussian rivers is brought forward.

При любом виде хозяйственного освоения водных ресурсов возникает проблема учета и оценки того нижнего предела расхода воды, который необходимо оставлять в реке и не включать в хозяйственное использование и тем более изъятие. Этот предельный расход воды в различных изданиях называют по-разному (минимально допустимый, природоохранный, экологический, лимитирующий, минимально необходимый и т.п.), хотя смысл его во всех случаях практически одинаковый – это тот расход, изъятие воды ниже которого чревато отрицательными последствиями: для природных условий; нормального функционирования речного потока; хозяйственного использования и санитарных условий ниже по течению, что влечет за собой экономические издержки и т. п.

Методы оценки этого лимитируемого расхода воды в настоящее время отличаются большим разнообразием. Проведенный анализ существующих методов, подходов и предложений по определению и обоснованию этих расходов воды показывает, что такие методы, как, например, экономический (оценка ущерба), гидравлический (поддержание необходимой скорости

течения, учет состояния поймы), малоэффективны и слабо доказуемы. Что же касается полноценного экологического обоснования, то это практически осуществимо только для отдельных уникальных (возможно, охраняемых) объектов, но мало вероятно, что в массовых масштабах, для любой даже небольшой реки должны и будут проводиться комплексные экологические исследования такой утилитарной задачи – сколько воды целесообразно оставлять в данной реке.

Продуктивный путь решения этой проблемы заключается в использовании свойств и особенностей гидрологического режима самой реки, т.е. предлагается в некотором смысле кибернетический подход решения – сама река должна дать ответ на поставленный вопрос. Главное в данном случае – внимательно и достаточно тщательно проанализировать и описать критические и, по возможности, комплексные характеристики водного режима каждой реки. И эти критические свойства (но не отдельно взятые расходы, какими бы обоснованными они не были) принять во внимание при оценке лимитирующих гидрографов, ограничивающих использование (изъятие) речных вод.

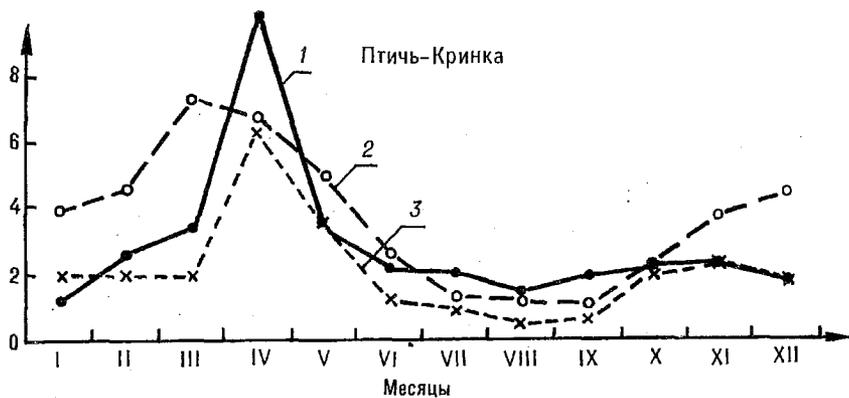
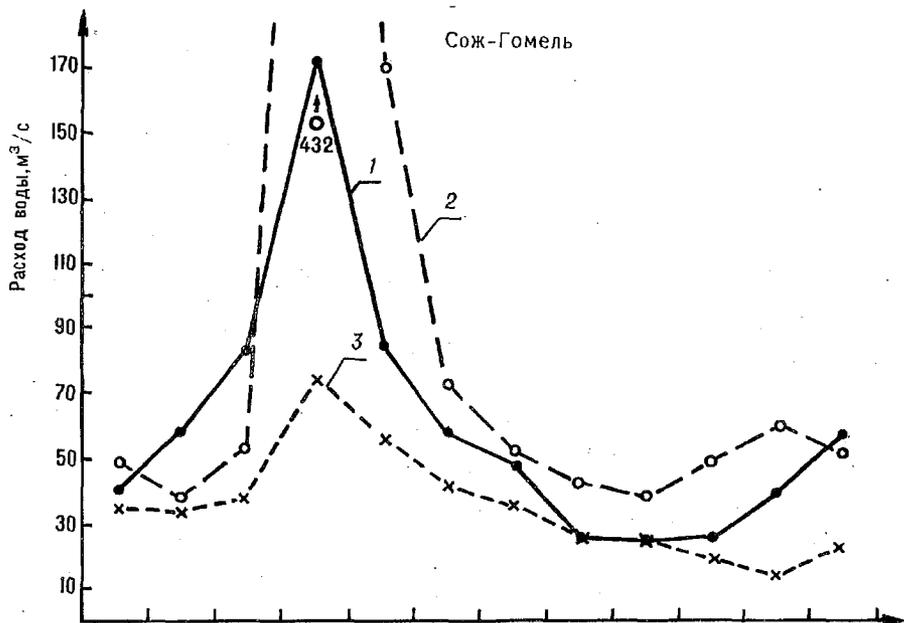
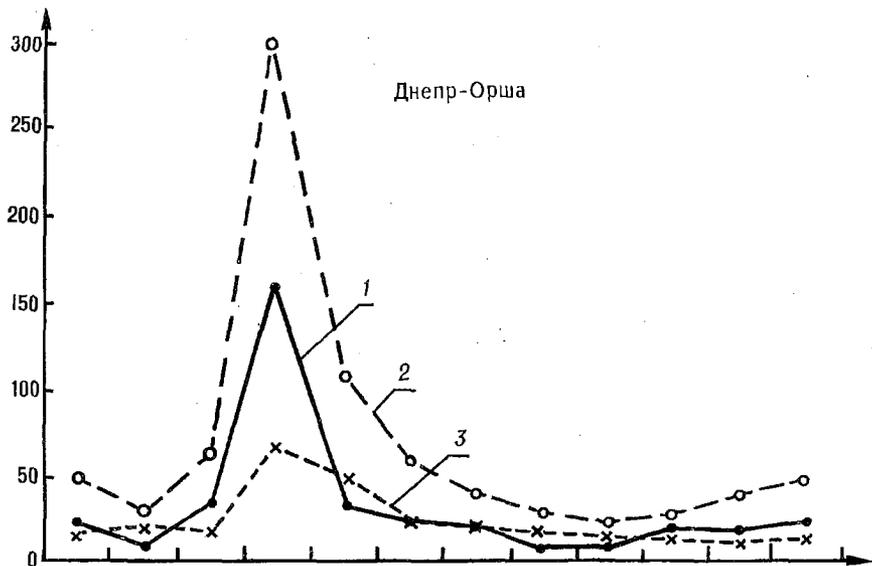
Предлагаемая методика заключается в следующем. Расчетный лимитирующий гидрограф строится в виде композиции двух основных факторов (граничных условий). Первое условие – продолжительность стояния суточных расходов воды в течение года должна соответствовать нижней огибающей из всего семейства кривых продолжительностей, построенных за длительный период наблюдения на данной реке (либо репрезентативного аналога). Второе условие – относительное внутригодичное распределение стока должно соответствовать распределению, характерному именно в маловодные годы. Для выполнения первого условия определяется нижняя огибающая продолжительности стояния суточных расходов воды за многолетний период; выполнение второго условия осуществляется путем построения серии относительных хронограмм внутригодичного распределения стока за несколько маловодных лет, из которых выбирается либо наиболее неблагоприятное внутригодичное распределение (например, с пониженной меженью), либо наиболее характерное и часто встречающееся в маловодные годы.

Имея такие данные, нетрудно скомпановать расчетный гидрограф стока, отвечающий этим двум условиям, – каждый месяц года ранжируется в убывающем порядке в соответствии с выбранной относительной хронограммой и далее ему присваивается тот расход воды, который отвечает соответствующей продолжительности стояния расходов нижней огибающей. Полученный таким образом лимитирующий гидрограф, с одной стороны, соответствует внутригодичному распределению, характерному именно для маловодных лет, и, с другой стороны, отражает предельные условия продолжительности стояния минимальных расходов воды на основе длительного периода наблюдений за естественными условиями режима реки. Логично допустить, что именно такой гидрограф должен отражать те предельные условия, на которые необходимо ориентироваться при планировании водохозяйственного использования водных ресурсов поверхностных вод.

Проведены расчеты для ряда характерных речных бассейнов республики по предложенной методике и осуществлен сравнительный анализ с другими приемами оценки необходимого резервируемого расхода воды.

Для получения объективных данных о различных физико-географических условиях формирования стока и его хозяйственного освоения расчетные речные бассейны выбраны в разных гидрологических районах республики: р. Западная Двина – Витебск; р. Неман – Столбцы, Гродно; р. Днепр – Орша, Могилев, Речица; р. Березина – Бобруйск; р. Сож – Славгород, Гомель; р. Птичь – Кринка.

По каждому из этих створов проведен полный алгоритм расчетов по предлагаемой методике. На основании многолетних наблюдений за гидрологическим режимом построено семейство кривых продолжительностей стояния суточных расходов воды, по которым оценена нижняя огибающая; выбрана



Расчетные лимитирующие гидрографы, составленные тремя методами:
 1 — предлагаемый метод; 2 — гидрограф года 95%-й обеспеченности; 3 — метод А.Г.Каска

группа маловодных лет (обеспеченностью более 95%), по которым оценено наиболее характерное внутригодовое распределение стока в годы пониженной водности для каждого расчетного створа. Параметры гидрографов, полученных путем композиции этих двух условий, представлены в таблице.

Среднемесячные расходы (см. таблицу) предлагается рассматривать в качестве того предела, ниже которого не рекомендуется использовать водные ресурсы в данном створе реки, исходя из особенностей многолетних характеристик водного режима этой реки.

Расчетные лимитирующие гидрографы стока

Река-створ	Среднемесячные расходы воды, лимитирующие гидрограф, м ³ /сек											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Неман-Витебск	33,3	33,3	62,1	261,0	62,1	33,3	23,8	8,72	8,72	23,8	23,8	8,72
Неман-Столбцы	2,88	2,88	2,88	21,1	11,0	7,08	5,0	5,0	7,08	5,0	1,0	7,08
Неман-Гродно	77,0	77,0	88,0	255,0	98,0	88,0	88,0	56,0	56,0	77,0	88,0	56,0
Днепр-Орша	26,5	9,70	35,4	169,0	35,4	26,5	19,4	9,70	9,70	19,4	19,4	26,5
Днепр-Могилев	39,6	22,6	229,0	63,3	63,3	39,6	30,7	30,7	22,6	22,6	39,6	30,7
Днепр-Речица	115,0	115,0	151,0	457,0	151,0	97,0	115,0	56,0	97,0	97,0	56,0	56,0
Березина-Бобруйск	45,3	34,0	131,0	70,4	70,4	34,0	45,3	54,0	54,0	34,0	54,0	54,0
Сож-Славгород	14,7	21,2	109,0	41,6	41,6	27,2	27,2	14,7	21,2	21,2	27,2	14,7
Сож-Гомель	40,8	58,0	82,0	173,0	82,0	58,0	40,8	26,3	26,3	26,3	40,8	58,0
Птичь-Кринка	1,10	2,56	3,45	9,76	3,45	2,11	2,11	1,10	2,11	2,56	2,56	1,10

Сравнительные расчеты проведены для двух существующих методов, которые характеризуют крайние подходы к проблеме экологически неприкосновенного стока. Наименее жесткие требования к возможному изъятию речного стока содержатся в известной методике А.Г.Каска и др. [1], которой рекомендуется в качестве нижнего предела "безопасного" использования речных вод принимать гидрограф, составленный на основе минимальных суточных измеренных расходов за весь период многолетних наблюдений, т.е. считается возможным изъятие стока вплоть до минимального суточного расхода, имевшего место за весь период наблюдений за стоком на данной реке.

Второй использованный в сравнительном анализе метод имеет довольно широкое применение и обычно используется в водохозяйственной практике для ориентировочных расчетов в связи с простотой предлагаемых расчетов [2,3]. Он заключается в следующем. Лимитирующий гидрограф представляет собой гидрограф среднемесячных расходов воды в год 95%-ой обеспеченности по среднегодовому объему стока, уменьшенных на некоторый коэффициент (обычно $k = 0,75$).

Эти условия, в отличие от предыдущего метода, напротив, являются достаточно жесткими в смысле возможности изъятия речного стока и также ориентированы на довольно случайное событие, описанное информацией за один год данной обеспеченности.

Возможное ограничение использования речного стока в соответствии с рассматриваемыми приемами построения расчетных лимитирующих гидрографов по некоторым створам представлены на рисунке.

Из анализа рисунка видно, что предлагаемый метод в целом является как бы промежуточным по жесткости ограничений между двумя рассматриваемыми методами. Кроме того, что особенно важно при его применении, метод предполагает ориентироваться не на отдельные, в значительной мере случайные, расходы воды, а на те расходы, каждый из которых является как бы итогом состояния речного бассейна по данным многолетних наблюдений. Это обстоятельство является существенным преимуществом предлагаемой методики.

1. Каск А.Г., Васильев А.А., Лодэ Э.А. // Вопросы охраны окружающей среды Балтийского моря и его региона от загрязнения: Труды ИПГ. 1988. Вып.69. С.93.

2. Правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами. М., 1975.

3. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения // СНИП №4630-88. М., 1988.