

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ВЛИЯЮЩИХ НА ВЕЛИЧИНУ ЗИМНЕГО МЕЖЕННОГО СТОКА

Микова К. Д.¹⁾, Соснина Д. А.²⁾

¹⁾Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь, Российская федерация, e-mail: mikovak@yandex.ru

²⁾ООО «УралСтройИзыскания», г. Пермь, Российская федерация, e-mail: darya.sosnina.01@mail.ru

Исследована проблема формирования зимнего меженного стока горных рек на примере рек восточной части Пермского края. Особенности этого влияния представлены посредством анализа факторов, которые определяют величину стока в зимний маловодный период. На основе таблиц ежедневных расходов воды, уровней воды и сведений о ледовом режиме рек из Гидрологических Ежегодников и с электронного ресурса АИС ГМВО на гидрологических постах (г/п), расположенных в северо-восточной части Пермского края с помощью статистических методов проанализированы зависимости зимнего стока от факторов его формирования, определены коэффициенты корреляции.

Ключевые слова: зимняя межень; факторы формирования меженного стока; минимальный сток; ледовые явления; динамика стока.

ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING THE VALUE OF RIVERS' WINTER LOW-WATER FLOW

Mikova K.D.¹⁾, Sosnina D.A.²⁾

Perm State Research University, Perm, Russia e-mail: mikovak@yandex.ru

The problem of the formation of the rivers' winter low-water flow of mountain rivers is investigated on the example of the rivers of the eastern part of the Perm Region. The features of this influence are presented by analyzing the factors that determine the amount of runoff in the winter low-water period. On the basis of tables of daily water consumption, water levels and information about the ice regime of rivers from Hydrological Yearbooks and from the electronic resource of the GMVO AIS at hydrological posts (g/n) located in the northeastern part of the Perm Krai, the dependences of winter runoff on its formation factors were analyzed using statistical methods, correlation coefficients were determined.

Keywords: winter low-water flow, factors of formation of low-water flow, minimum flow, ice phenomena, flow dynamics.

Большинство, если не все гидрологические процессы представляют собой бесконечную цепь причинно-следственных явлений, изменяющихся

в пространстве и времени. Зависимость между двумя или более гидрологическими переменными, которые в данном процессе либо связаны как причина и следствие, либо являются следствием общей причины, представляет собой статистическую связь. Статистическая связь между гидрологическими, переменными базируется на лежащей в её основе математической модели, которая может быть чисто вероятностной или стохастической. Наиболее важную роль играют статистические методы, основанные на понятии регрессии – связи между одной случайной величины и другой случайной величины [5].

Целью данной работы является оценка влияния факторов, участвующих в формировании стока в зимний маловодный период.

Самые низкие расходы воды на реках наблюдаются зимой вследствие истощения запасов подземных вод, а также уменьшения их притока в реки из-за промерзания верхнего слоя почво-грунтов. Зимняя межень, как правило, ниже летней, за исключением некоторых районов, где вследствие зимних оттепелей водность в холодный период не уступает, летнему межённому стоку. Знание особенностей режима зимнего межённого стока имеет большой практический интерес. Причиной этого служит тот факт, что данная характеристика учитывается при решении разнообразных водохозяйственных и производственных задач. Достаточное количество воды в реках в межённый период определяет стабильность водоснабжения населённых пунктов, обеспечение минимального уровня для функционирования ГЭС, и т.д.

Климат рассматриваемой территории континентальный, с холодной снежной продолжительной зимой, теплым, но коротким летом, ранними осенними и поздними весенними заморозками. По высотным отметкам и формам рельефа территория относится к горной. Рассматриваемые реки являются левобережными притоками Камского водохранилища, стекающими с западного склона Уральских гор. Наступление периода зимней межени на исследуемой территории приходится на третью декаду октября – начало ноября. Расходы воды в этот период, как правило, формируются без участия поверхностного стока в виде поступления жидких осадков. Они являются минимальными за год, их изменения крайне малы.

Формирование стока в зимний период является комплексным процессом, на который оказывают влияние такие факторы как: среднесуточная температура воздуха, толщина льда и высота снега на льду, глубина промерзания почвогрунтов на водосборе и атмосферное давление. Сложность и разнообразие условий формирования межённого стока не позволяет установить теоретическим путем законы распределения значений его числовых

характеристик. Следовательно, задача гидрологического прогноза сводится к нахождению приближенного закона их взаимосвязей. Решение этой задачи осложняется тем, что ряды наблюдений за стоком в большинстве случаев непродолжительны.

Анализ факторов формирования показал, что теснота связи между величиной минимального 30-ти суточного расхода воды и высотой снега на льду практически равна связи расхода и глубины промерзания почвы. Так же определено, что связь зимнего расхода воды с атмосферным давлением и температурой воздуха положительная, однако с давлением очень слабая (0,02), а с температурой воздуха слабая (0,35). При введении множества переменных в уравнение прогноза возрастает величина ошибки, поскольку каждая характеристика несет в себе погрешность. Поскольку коэффициенты корреляции близки друг к другу, то было решено выбрать значение толщины снега на льду для дальнейшего анализа. На этом основании были отобраны характеристики, в большей степени, влияющие на формирование меженного стока, далее была предпринята попытка построить статистические зависимости (таблица).

Коэффициенты корреляций зависимостей минимального 30-ти суточного расхода воды от толщины льда и высоты снега на льду (сост. по [1, 2, 3])

Гидрологический пост	Толщина льда, см			Высота снега на льду, см		
	Декада марта		Максимум, год	Декада марта		Максимум, год
	II	III		II	III	
р. Колва –д. Петрецова	0,31	0,33	0,39	0,32	0,07	0,24
р. Язьва – с. Нижняя Язьва	0,13	0,12	0,07	0,20	0,18	0,35
р. Березовая –д. Булдырья	0,05	0,42	0,26	0,35	0,19	0,26
р. Косьва – с. Перемское (д.Останино)	0,19	0,43	0,48	0,23	0,31	0,21
р. Яйва – с. Усть-Игум	0,01	0,01	0,20	0,01	0,01	0,24
р. Усьва – пгт. Усьва	0,45	0,22	0,28	0,08	0,32	0,14
р. Чусовая – пгт. Староуткинск	0,25	0,26	0,10	0,51	0,29	0,39
р. Сылва – пгт. Шары	0,08	0,10	0,07	0,22	0,32	0,28
Среднее	0,18	0,24	0,23	0,24	0,21	0,26

Анализ полученных зависимостей говорит о крайне слабой связи минимального 30-ти суточного стока с толщиной льда и высотой снега на

льду. Теснота связи для стока от толщины льда варьируется от 0,01 до 0,48, а стока от высоты снега на льду – от 0,01 до 0,51. То есть толщина льда и высота снега практически в равной степени влияют на минимальный сток зимой.

Невысокие коэффициенты корреляции полученных зависимостей свидетельствуют о том, что толщина льда и высота снега на нем не являются единственными факторами, определяющими величину грунтового питания. Однако все же оказывают влияние на величину меженного стока. Предполагается, что чем больше толщина льда на реке, тем меньше площадь разгрузки грунтовых вод в русла рек и меньше зимний расход воды в реке. Данное предположение требует дальнейших исследований.

Влияние высоты снега на льду на формирование зимнего стока мало. В практике расчетов использование связей стока с зимними осадками встречается, например, в исследованиях Волжанова А. Н. и Кумани М. В. (1972) и Комлева А. М. (1973).

Однако согласно исследованиям Владимирова А. М. (1976) и Комлева А. М. (1973) было установлено, что теснота связей зимнего стока с указанными факторами весьма слабая. Согласно их исследованиям выпавшие зимой осадки практически не участвуют в формировании зимней водности рек. Как правило, заметное их влияние отмечается или в конце зимы, или в следующие за ней сезоны. Данный факт подтверждается полученными зависимостями.

Результаты, полученные в ходе оценки связи речного стока с толщиной льда и высотой снега на нем, расширяют представление об особенностях формирования зимнего меженного стока рек в современных климатических условиях. Так же становится, очевидно, что для составления прогноза требуется дальнейший анализ факторов формирования минимального стока зимой.

Выводы

Анализ влияния толщины ледяного покрова и высоты снега на льду на величину минимального 30-ти суточного расхода воды показал слабую зависимость данных факторов. Теснота связи для стока от толщины льда варьируется от 0,01 до 0,48, а стока от высоты снега на льду – от 0,01 до 0,51.

Библиографические ссылки

1. Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов (АИС ГМВО) [Электронный ресурс] URL: <https://gmvo.skniivh.ru/index.php?id=180> (дата обращения: 01.06.2023).
2. Бассейн Каспийского моря (без Кавказа и Средней Азии). Бассейн р. Камы // Гидрологический ежегодник. 1936-85. Т. 4, вып. 5–7.

3. Владимиров А.М. Сток рек в маловодный период года. Л.: Гидрометеоздат, 1976. 295 с.
4. Комлев А.М. Исследование и расчеты зимнего стока рек (на примере Западной Сибири). М.: Гидрометеоздат, 1973. 200 с.
5. Павлова Л.Г. Прогнозирование минимального стока летней межени малых рек Литовский ССР. 1983. 144 с.