

*Татьяна Михайловна ТРУСИЛОВА –
аспирант кафедры экологического
мониторинга и земледения
эколого-географического факультета
Тюменского государственного университета
Лидия Петровна СЕВИДОВА –
сотрудник Тюменского центра
по гидрометеорологии и мониторингу среды*

УДК 556.5:627.47

ТРАНСФОРМАЦИЯ РЕЖИМА СТОКА РЕКИ ИШИМ ПОД ВЛИЯНИЕМ КАСКАДА ВОДОХРАНИЛИЩ

АННОТАЦИЯ. Дана количественная оценка изменения режима стока на российском участке р. Ишим по трем створам под влиянием каскада Казахстанских водохранилищ. Отмечено, что наибольшие потери стока река претерпела в период заполнения чаши водохранилищ, в период стационарной работы влияние несколько снизилось, но остается существенным. Выявлено уменьшение годового стока в 1,9 раза, максимального стока – в 2,7, стока за летнюю межень – в 2,4, стока за половодье – в 1,9 раза, и небольшое увеличение стока за зимнюю межень.

The quantitative rating of change of a mode of a drain on the Russian site of the river Ishim on three stations under influence of the cascade of the Kazakh reservoirs is given. It is marked, that the greatest losses of a drain the river has undergone during filling reservoirs, during stationary work the influence a little has decreased, but remains essential. The reduction of an annual drain in 1,9 times, maximal drain in 2,7, drain for summer lowest water-level in 2,4, drain for a high water – 1,9 times, and small increase of a drain for winter lowest water-level is revealed.

Введение

Река Ишим как для населения Казахстана, так и для южных районов Тюменской области является источником водоснабжения, энергии, транспортной магистралью, приемником промышленных и бытовых сточных вод, а ее речная долина представляет собой богатые природные ресурсы для развития рыбного хозяйства и сельскохозяйственного производства, а также зоной рекреации.

В Казахстане Ишим течет по территории, где требуется много воды на орошение земель, для рудников, заводов и многочисленного здесь населения. Перенос главного административного центра республики из Алма-Аты в Астану породил множество проблем, одна из них связана с дефицитом питьевой воды.

Еще в 60-е гг. XX в. для решения водохозяйственных проблем Ишим на территории Северного Казахстана был превращен в каскад водохранилищ. Регулирование стока осуществляется тремя водохранилищами: Вячеславским, Сергеевским, Петропавловским. Основное влияние на сток реки в Тюменской области оказывают Сергеевское и Петропавловское водохранилища. В связи с этим основной проблемой в бассейне р. Ишим на территории области является водообеспечение населения г. Ишима. С момента зарегулирования реки происходит постоянное понижение уровня воды. Так, в 1967 г. минимальный уровень (пост – г. Ишим) за зимний период составил – 11, за период открытого русла – 2 [5]; по данным за 1998 г. минимальный уровень в зимний период был – 140, за период открытого русла – 128 см над нулем графика [6].

Из-за низких уровней воды в период зимней и летне-осенней межени значительно осложнилось водоснабжение г. Ишима. Глубины в районе водозабора не позволяют производить необходимый забор воды, в результате возникает дефицит в водоснабжении.

В последние годы решением сложившейся проблемы считалось увеличение попусков с водохранилищ, расположенных на территории Республики Казахстан. Петропавловское водохранилище работает совместно с Сергеевским. Попуски Сергеевского водохранилища в Тюменскую область производятся транзитом через Петропавловское водохранилище. С территории Казахстана в период половодья вода поступает только в том случае, когда идет поперек плотины (в 1998–99 гг. такого явления не наблюдалось), в меженный период осуществляется санитарный попуск. Этот санитарный попуск недостаточен для обеспечения водоснабжения г. Ишима, а тем более для орошения полей в Казанском, Ишимском, Абатском и Викуловском районах, в которых водные ресурсы реки составляют основу водоснабжения населения, промышленности и сельского хозяйства районов.

Для решения проблемы питьевого водоснабжения населенных пунктов в бассейне р. Ишим ежегодно проводятся заседания Комиссии по совместному использованию и охране трансграничных водных объектов на межправительственном уровне. В составе РКК по трансграничным рекам созданы рабочие группы. На заседаниях этих групп рассматриваются вопросы, касающиеся межгосударственного распределения водных ресурсов, режима работы каскадов водохранилищ на трансграничных реках, разработки схем комплексного использования и охраны водных объектов, состояния мониторинга и качества вод трансграничных водных объектов.

На фоне детально проработанных юридических вопросов трансграничных отношений по организации водохозяйственной деятельности в пределах данного речного бассейна явно недостаточно объективной информации о скрытых гидрологических процессах и количественных характеристиках потерь водных ресурсов за счет регулирования речного стока.

В методическом отношении количественная оценка потерь речного стока за счет водохранилищ достаточно хорошо разработана [2, 3, 4]. Применяются водно-балансовые и статистические методы. Для ишимских водохранилищ такая оценка была выполнена Г. М. Веретенниковым и В. П. Колмогоровым в 1986 г. [1]. Но данные расчеты потерь годового стока р. Ишим за счет регулирования его водохранилищами Казахстана устарели и не учитывают всех категорий стока, а также соответствуют только периоду наполнения водохранилищ, а не их устойчивой, стационарной работе, которая наступила после заполнения.

Материалы и методы

При отсутствии данных о количественных характеристиках прудов и водохранилищ наиболее распространенным для оценки их влияния на режим стока является способ восстановления естественных характеристик исследуемой реки по реке-аналогу, или так называемому контрольному водосбору, имеющему ненарушенный режим. [4]

Такой способ был использован для восстановления естественных гидрологических характеристик р. Ишим по реке-аналогу Вагай, которая имеет ненарушенный режим.

Обязательным условием при использовании вышеуказанного способа является наличие периодов совместных наблюдений.

Использовались материалы сетевых гидрометеорологических наблюдений за многолетний период, в течение которого можно выделить периоды естественного и нарушенного стока. Для этой цели был использован способ интегральных кривых.

На графике строят связи стока двух рек, но чаще не самих данных о стоке, а их интегральных значений (т. е. последовательных погодичных сумм стока в зависимости от времени). Значениями для оси ординат служат возрастающие величины различных показателей стока по р. Ишим, а для оси абсцисс – шкала возрастающих данных по р. Вагай. Точка перегиба связи означает начало антропогенного влияния, а разница между линией фактического стока и восстановленного путем экстраполяции кривой, расположенной левее точки перегиба, есть антропогенное изменение стока в интегральном виде.

В качестве критериев, по которым проводился анализ, были выбраны среднегодовые расходы воды, максимальные расходы, слой стока за половодье, минимальные летние и зимние расходы воды.

Приведем пример расчета восстановленных значений среднегодового стока (рис. 1). График зависимости интегральных значений строится по данным о среднегодовых расходах воды за 1962–1982 гг., т. е. охватывается 3 периода: 1) когда водохранилище отсутствовало, 2) создание и заполнение чаши водохранилища и 3) устойчивая стационарная работа водохранилища.

Полученная интегральная кривая (линия фактического стока) имеет 2 точки перегиба. Первая приходится на 1967 г. – год создания водохранилища, затем три года (с 1967 по 1970 гг.) шло его заполнение, и в 1970 г. – еще одна точка перегиба, имеющая меньшее отклонение, но все равно явно отражающая влияние на сток эксплуатации водохранилища. Путем экстраполяции данных с 1962 по 1967 гг. строится кривая восстановленного стока. По этой линии снимаются *интегральные* (погодично суммированные) значения среднегодовых расходов при ненарушенном стоке для р. Ишим. Восстановленные величины получают путем последовательного вычитания из полученного интегрального значения данного года суммы предыдущего. Например, из интегральной величины 1982 г. вычитается значение 1981, а чтобы получить восстановленный расход 1981 г., необходимо из интегрального значения этого года отнять сумму 1980 г. и так далее.

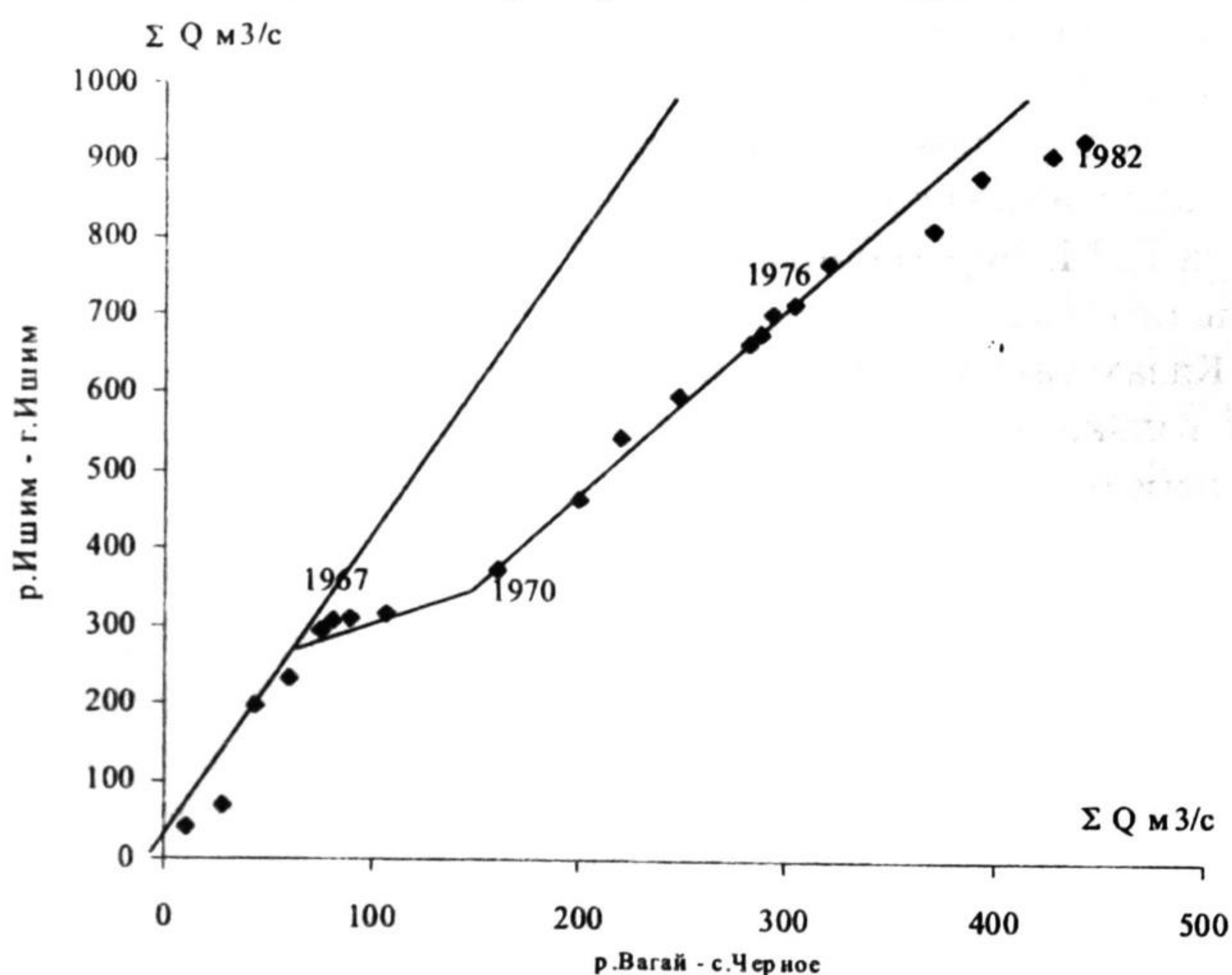


Рис. 1. Связь интегральных значений годового стока рр. Ишим (г. Ишим) и Вагай (с. Черное)

Для оценки влияния водохранилища на сток реки по другим показателям, таким, как слой стока за половодье, минимальный летний и зимний сток предварительно строились гидрографы, выделялись необходимые гидрологические фазы и проводился расчет.

Таким способом были получены восстановленные значения стока для трех постов на реке Ишим. Это: с. Ильинское, г. Ишим, с. Викулово.

Результаты и их обсуждение

На основе проведенных работ и выполненных расчетов, можно констатировать, что до 1967 г. отклонений от естественных объемов не наблюдается. Затем, начиная с 1968 г., в связи с заполнением чаши водохранилища и последующей его эксплуатацией водность реки заметно уменьшилась.

Графики интегральных кривых позволили определить потери стока в рассматриваемых створах. По полученным построениям четко прослеживается значительное уменьшение всех категорий стока на всех постах (табл. 1).

Таблица 1

Изменение стока р. Ишим на посту у с. Ильинское под влиянием руслового регулирования за 1967–1982 гг.

Категория стока	Вид стока		Изменение стока, раз
	Зарегулированный	Восстановленный	
Среднегодовой сток, м ³ /год	41,49	82,53	1,99
Максимальный расход, м ³ /с	343,69	913,15	2,7
Слой стока за половодье, мм	9,65	16,93	1,8
Минимальный сток за летне-осеннюю межень, м ³ /год	8,47	14,85	1,8
Минимальный сток за зимнюю межень, м ³ /год	4,86	4,42	

Так, за период с 1962 по 1982 гг. среднегодовой сток реки у с. Ильинское уменьшился на 41,04 м³/год, что в 1,9 раза ниже годового стока при естественных условиях (рис. 2). Значение максимального расхода снизилось на 569,49 м³/с. Снижение слоя стока весеннего половодья за тот же период составило 9,65 мм, что на 7,28 мм или в 1,8 раза меньше, чем при ненарушенном стоке. Это объясняется прежде всего перераспределением его внутри года за счет регулирующей емкости водохранилищ, а также сокращением под влиянием хозяйственной деятельности, особенно в теплое время года.

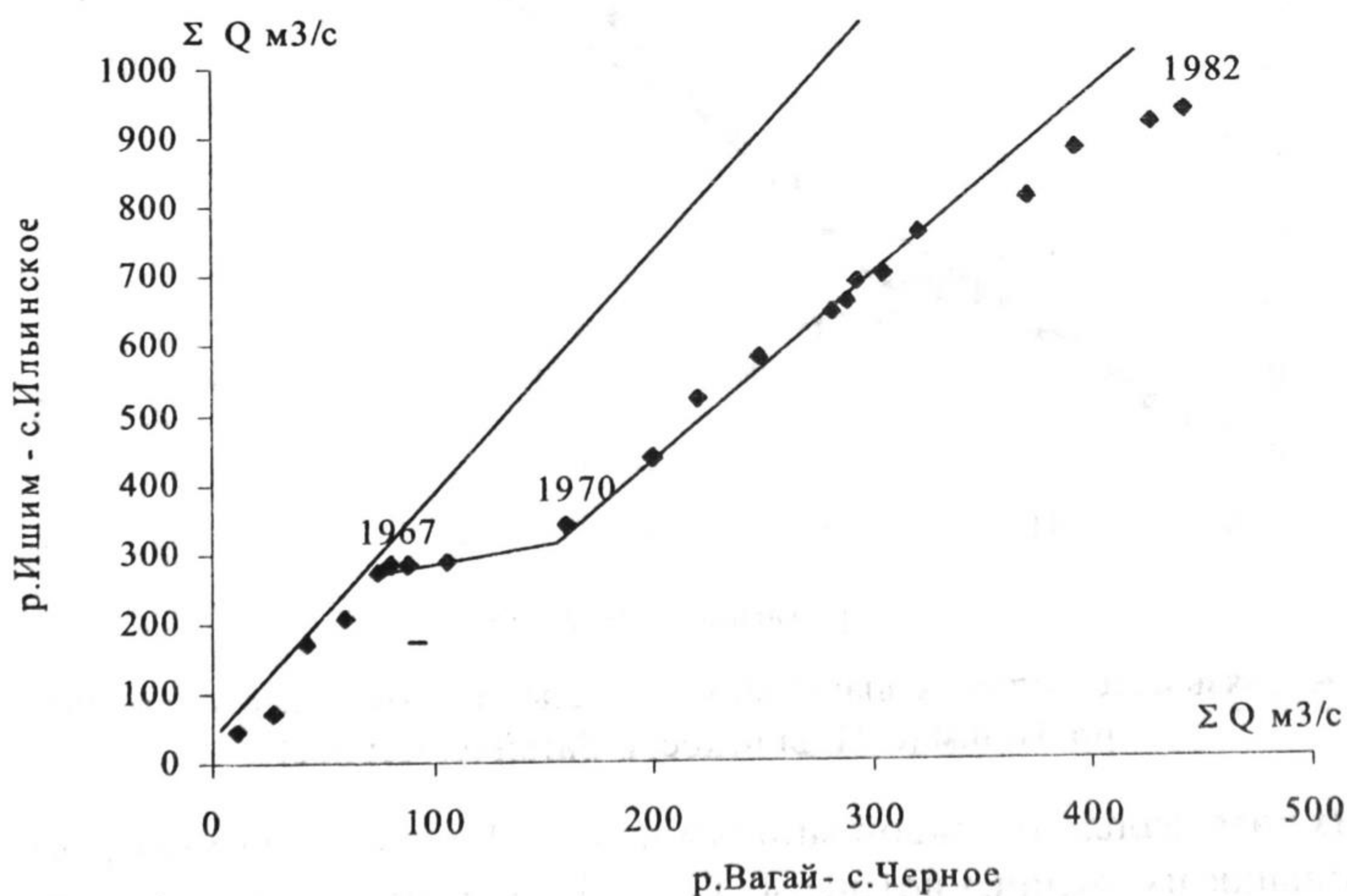


Рис. 2. Связь интегральных значений годового стока рр. Ишим (с. Ильинское) и Вагай (с. Черное)

По графику (рис. 3) и полученным восстановленным значениям видно, что и величины минимального стока в летний период также отличаются от показателей при ненарушенном режиме. За период зарегулированного стока уменьшение произошло в 1,8 раза, что обусловлено аккумуляцией воды в водохранилищах. И лишь санитарные пуски сохраняют реку в необходимом экологическом состоянии.

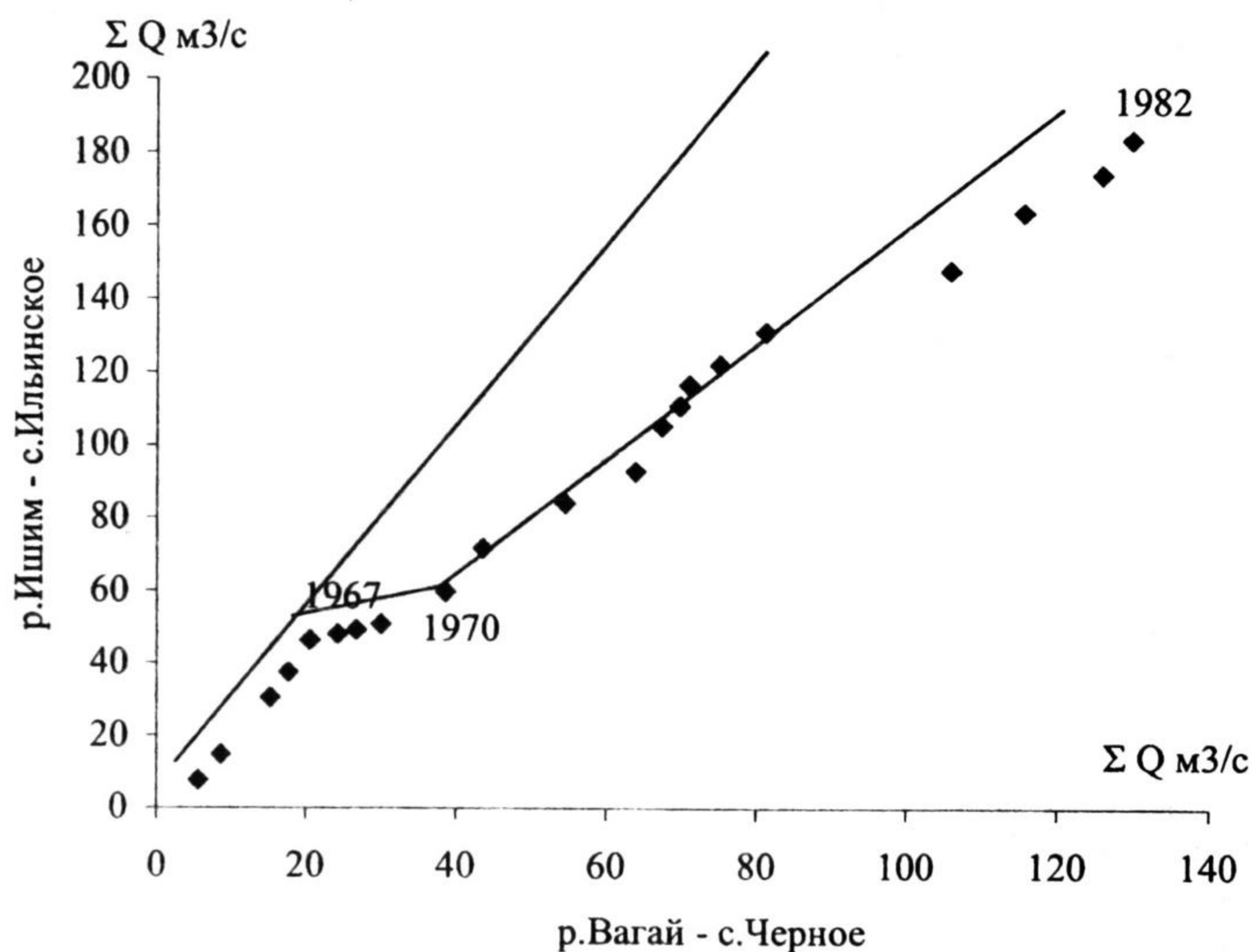


Рис. 3. Связь интегральных значений минимального стока за летне-осеннюю межень рр. Ишим (с. Ильинское) и Вагай (с. Черное)

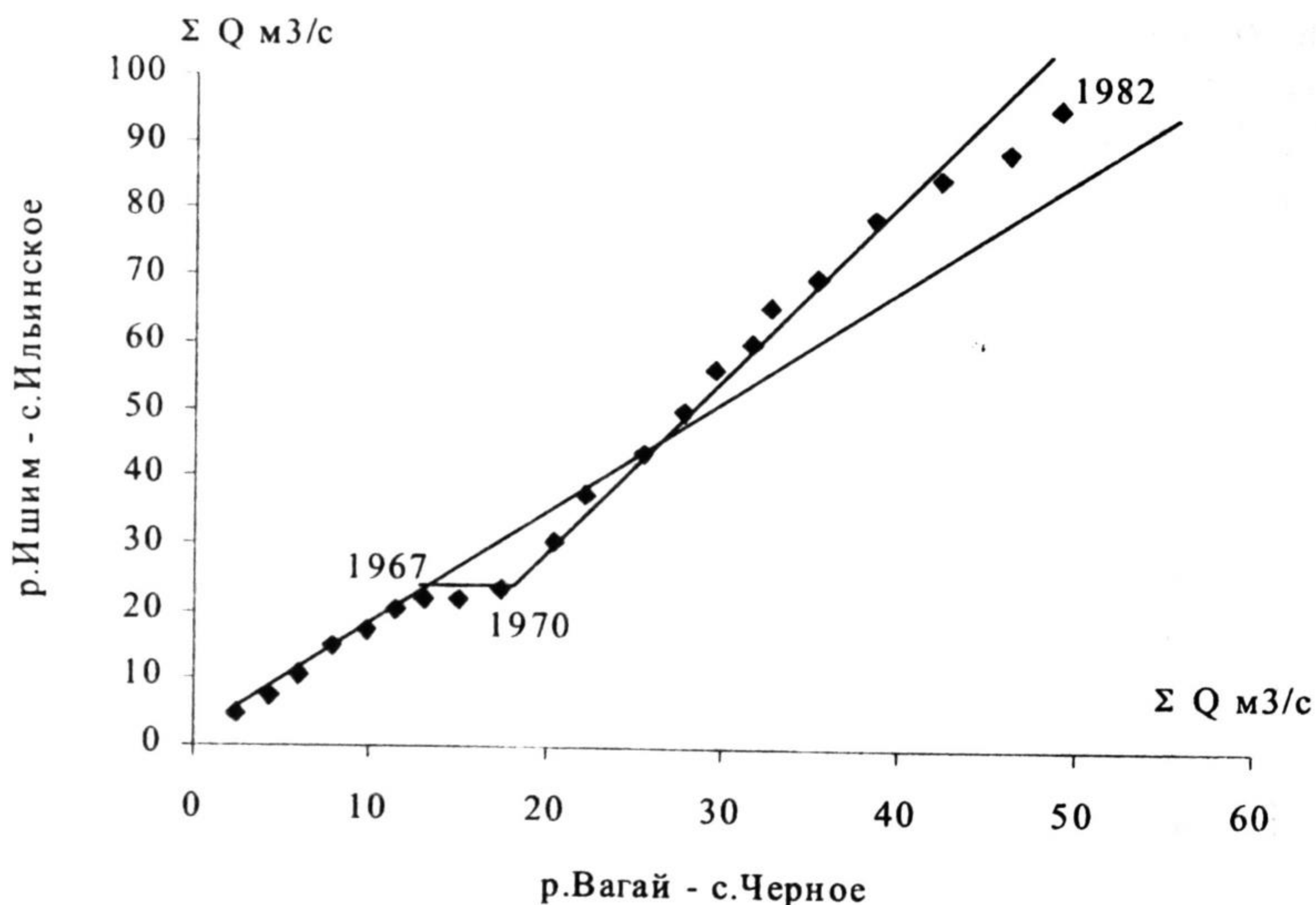


Рис. 4. Связь интегральных значений минимального стока за зимнюю межень рр. Ишим (с. Ильинское) и Вагай (с. Черное)

Анализ интегральной кривой минимальных 30-дневных зимних расходов показал небольшое их увеличение (рис. 4). Оно обусловлено тем, что из Сергеевского и Петропавловского водохранилищ осуществляются гарантированные санитар-

ные попуски воды для водоснабжения г. Ишима и районов юга Тюменской области, а также подготовкой водохранилищ к приему весеннего стока.

С целью наглядного представления влияния водохранилищ на сток, по данным таблицы 1, построен схематизированный гидрограф по посту Ильинское, где хорошо видны основные отличия восстановленного и естественного стоков.

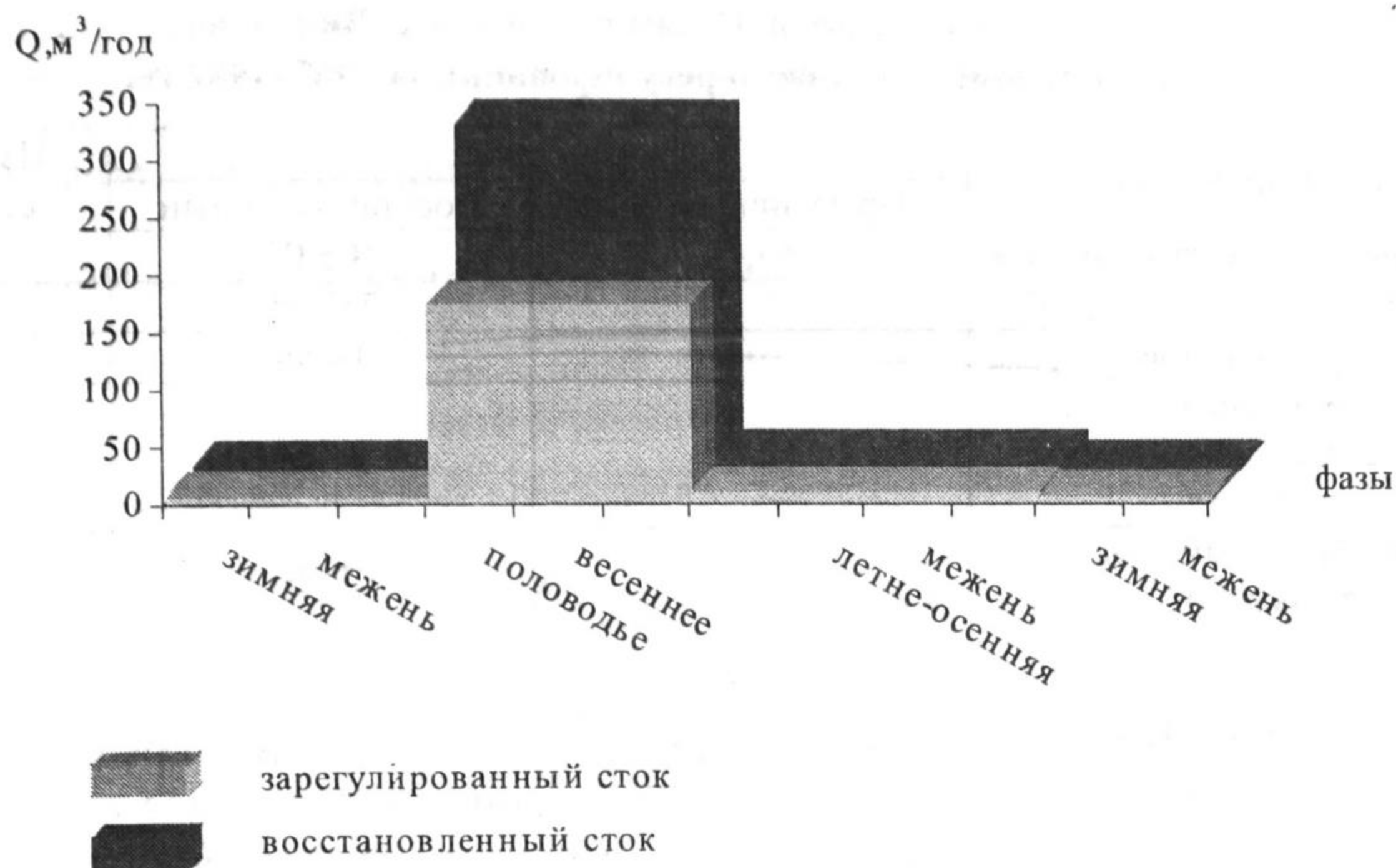


Рис. 5. Схематизированный гидрограф по п. Ильинское

Кривые связи интегральных значений аналогичных характеристик стока для створов в г. Ишиме и п. Викулово также показывают значительное влияние зарегулированности реки на естественный ход гидрологического режима.

По полученным графикам и восстановленным значениям для г. Ишима также прослеживается снижение годового стока в период с 1967 по 1982 гг. в результате руслового регулирования. Это уменьшение составило 49,5 м³/год (табл. 2).

Значения максимального расхода и слоя стока за половодье также изменились под влиянием работы водохранилищ: на 685,66 м³/год и 9,07 мм соответственно. Столь заметное снижение происходит в результате аккумуляции значительной части весеннего стока в водохранилищах.

Уменьшение минимального летнего стока составило 15,35 мм. Зимний же минимальный сток не претерпел каких-либо значительных изменений. Фактическое и восстановленное значения примерно равны – 5,54 5,87 м³/год.

Таблица 2

Изменение стока р. Ишим на посту у г. Ишим под влиянием руслового регулирования за 1967–1982 гг.

Категория стока	Вид стока		Изменение стока, раз
	Зарегулированный	Восстановленный	
Среднегодовой сток, м³/год	39,43	88,93	2,3
Максимальный расход, м³/с	297,74	983,4	3,3
Слой стока за половодье, мм	8,58	17,65	2,1
Минимальный сток за летне-осеннюю межень, м³/год	9,64	24,99	2,6
Минимальный сток за зимнюю межень, м³/год	5,54	5,87	1,1

На посту в с. Викулово, несмотря на большое удаление от водохранилищ, влияние их работы на сток все еще велико (табл. 3).

Среднегодовой расход снизился в 1,9 раза. Значение максимального расхода уменьшилось на 397,84 м³/год (2,2 раза), сток за половодье снизился на 8,98 мм, а минимальный расход за летнюю межень – на 21,28 м³/год.

Таблица 3

Изменение стока р. Ишим на посту у с. Викулово
под влиянием руслового регулирования за 1967–1982 гг.

Категория стока	Вид стока		Изменение стока, раз
	Зарегулированный	Восстановленный	
Среднегодовой сток, м ³ /год	53,14	103,05	1,9
Максимальный расход, м ³ /с	339,71	737,55	2,2
Слой стока за половодье, мм	10,6	19,58	1,9
Минимальный сток за летне-осеннюю межень, м ³ /год	12,86	34,14	2,7
Минимальный сток за зимнюю межень, м ³ /год	6,07	7,76	1,3

Выводы

1. Река Ишим является трансграничной, исток, верхняя и средняя часть бассейна которой находятся на территории Казахстана. В 60-е гг. для удовлетворения водохозяйственных нужд здесь было сооружено три крупных водохранилища: Вячеславское, Сергеевское, Петропавловское. В результате задержания стока этими резервуарами осложнилось водоснабжение г. Ишима и южных районов Тюменской области, расположенных в бассейне этой реки.

2. Количественная оценка изменения режима стока на российском участке реки Ишим выполнена на основе связей интегральных значений различных категорий стока рр. Ишим и Вагай по трем створам.

3. Наибольшие потери всех категорий стока наблюдались с 1967 по 1970 гг., когда происходило заполнение Петропавловского и Сергеевского водохранилищ. В последующий период (стационарная работа) влияние несколько снизилось, но все равно оставалось существенным.

4. В связи с близким расположением относительно водохранилищ особенно заметны изменения категорий стока у поста Ильинское, где было отмечено снижение годового стока вследствие зарегулированности реки в 1,99 раза (41,04 м³/год). Максимальный расход уменьшился на 569,49 м³/год, слой стока за весеннее половодье на 7,28 мм и минимальный сток за летне-осеннюю межень на 6,38 м³/год.

5. Несмотря на большее удаление от водохранилищ, кривые связи интегральных значений аналогичных характеристик стока для створов в г. Ишим и с. Викулово также показывают значительное влияние зарегулированности реки на естественный ход гидрологического режима. Снижение характеристик на этих постах составило: среднегодовой сток – 49,5 м³/год (г. Ишим) и 49,9 м³/год (с. Викулово), максимальный расход – 685,66 м³/год и 397,84 м³/год, слой стока за половодье – 9,07 мм и 8,98 мм, минимальный сток за летне-осеннюю межень – 15,35 м³/год и 21,28 м³/год.

6. Особенно сильно проявляется влияние работы водохранилищ на среднегодовые значения стока и максимальные расходы, что можно объяснить задержанием больших объемов воды в этих резервуарах, а также минимального стока летне-осенней межени (сокращение под влиянием более активной хозяйственной деятельности в теплое время года, а также аккумуляция воды в водохранилищах). Наименьшее изменение претерпел минимальный сток за зимнюю межень. Зачастую его показатели при зарегулированном режиме выше восстановленных, что объясняется санитарными пусками воды и подготовкой водохранилищ к приему весеннего стока.

ЛИТЕРАТУРА

1. Веретенников Г. М., Колмогоров В. П. Оценка влияния каскада водохранилищ на годовой сток реки Ишим // Тр. ГГИ. Вып. 315. 1986. С. 41–47.
2. Нежиховский Р. А. Гидролого-экологические основы водного хозяйства. Л.: Гидрометеоздат, 1990. 230 с.
3. Парфенова Г. К. Методические основы оценки антропогенного воздействия на водные ресурсы. Томск, 1993. 171 с.
4. Шикломанов И. А. Антропогенные изменения водности рек. Л.: Гидрометеоздат, 1979. 302 с.
5. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Т. 6. Вып. 4–6, 8, 9. 1967.
6. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Т. 1. Вып. 11. 1998.

*Елена Дмитриевна ТАБАНАКОВА –
сотрудник Института физико-химических
и биологических проблем почвоведения РАН,
г. Пущино*

УДК 631.4

К ВОПРОСУ О ПРОСТРАНСТВЕННОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ ПОЧВЕННЫХ СВОЙСТВ И СПОСОБАХ ЕЕ ОЦЕНКИ

АННОТАЦИЯ. В данной работе рассматривается способ количественной оценки сходства и различия почвенных объектов по величине отклонений от среднего. Пространственное варьирование или временную изменчивость почвенных свойств предложено считать достоверно существующими, если отклонения превышают допустимые, полученные для однородной совокупности.

The evaluative quantitative method of soil compared and graded in their differences is suggested. The method is based on the deviation from average quantity. The location and time variety is supposed to be justified, when deviations exceed the admitted ones that are characteristic of the homogeneous collection.

Вариабельность количественно измеряемых почвенных параметров с учетом расстояния между объектами (лага) оценивается методами геостатистики, в частности, с помощью полувариограмм [1]. В том случае, если почвы территории различаются по одному или нескольким параметрам, вычисления вариабельности параметра используются при оценке почвенного разнообразия [2]. Вопрос о том, что относить за счет «пространственного варьирования» или «временной изменчивости» разновозрастных почв, которые мы имеем возможность изучать лишь в единичных разрезах или, в лучшем случае, в единичных траншеях, остается одним из наиболее дискуссионных в палеопочвоведении [3]. Вопросу о пространственной неоднородности современных, а в особенности древних почв посвящали работы немногие авторы [4, 5]. В работе [6] показана возможность разделения пространственного и временного варьирования с целью выявления тренда временных изменений для совокупности объектов, рассеянных по большой территории. Тесно связана с представлением о неоднородности почвенных объектов проблема влияния на результат исследования примененной субъектом системы опробования [7].