

жденному начальником СМУ. Кроме этого, на центральном диспетчерском пункте имеется "Диспетчерская схема зоны деятельности СМУ", на которой нанесены все объекты, подъездные дороги, пункты складирования материалов.

Трехлетний опыт функционирования системы оперативно-диспетчерского управления показал ее высокую эффективность. Годовой экономический эффект в среднем по СМУ составляет 0,25—0,5% объема строительно-монтажных работ.

М. Г. Голченко, Е. А. Стельмах

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСОВ СОГЛАСОВАНИЯ РЕЖИМА ОРОШЕНИЯ С РЕЖИМОМ ВОДОИСТОЧНИКА В УСЛОВИЯХ БЕЛОРУССИИ (НА ПРИМЕРЕ р. БЕРЕЗИНЫ)

В связи с быстрым развитием орошения земель в Белоруссии особую актуальность получают вопросы рационального использования водных ресурсов. Одним из основных моментов этой проблемы является установление оптимальной расчетной обеспеченности оросительных систем с учетом конкретных почвенно-климатических, гидрологических и хозяйственных факторов. Важное место здесь занимает правильное согласование режима водосточника с режимом орошения сельскохозяйственных культур.

В настоящее время при проектировании оросительных систем, в том числе и в Белоруссии, обеспеченность оросительной нормы и речного стока принимается, как правило, исходя из предположения, что засушливость орошаемой территории и маловодье в источнике орошения совпадают по времени и имеют место в один и тот же календарный год. В то же время маловодье и засуха — явления различные и неравноценные [1—3]. Учет этого явления позволит выявить дополнительные источники воды для орошения новых земель, что особенно важно для районов с ограниченными поверхностными источниками.

Нами эти вопросы исследовались на примере реки Березины в створах гг. Бобруйск и Борисов. Выбор водосточника и створов обуславливался наличием длительных рядов сопряженных наблюдений за стоком и климатом. По Бобруйску этот период равен 68 годам, а по Борисову (с учетом приведения к однородному) — 62 годам. Основанием для использования метеорологических данных (осадки, температура воздуха и др.), измеренных непосредственно в створе реки или вблизи его, яв-

ляется то, что орошаемые земли, как правило, расположены рядом с ним. Это означает, что режим орошения формируется под влиянием метеорологических элементов, характерных для створа реки, где происходит забор воды для орошения.

Таким образом, режим конкретного водосточника, воды которого используются для орошения определенной площади, следует согласовывать с режимом орошения и факторами, его определяющими, характерными для той же конкретной площади. Уже этот факт о территориальном несоответствии зоны орошения области формирования основной части речного стока дает основание предполагать о несовпадении засушливых и маловодных лет.

Режим орошения рассчитывался биоклиматическим методом, откорректированным применительно к условиям Белоруссии 4,5.

Биоклиматический метод применен в настоящее время при проектировании оросительных систем на территории Европейской части СССР на площади 4,5 млн.га [4]. Положительные результаты получены после экспериментальной проверки этого метода на минеральных почвах Белоруссии. А полученные при помощи откорректированного нами биоклиматического метода элементы проектного режима орошения овощей и пастбищ для условий республики незначительно расходятся с опытными.

В случае полного совпадения маловодных и засушливых лет колебания метеорологических факторов и стока принимались синхронными. Если же маловодные и засушливые годы не совпадали, то колебания считались асинхронными. Соответственно коэффициент, учитывающий асинхронность колебаний этих величин, называется коэффициентом асинхронности.

Как показал проведенный нами анализ стока р. Березины и оросительных норм, рассчитанных для створов гг. Бобруйск и Борисов, критическим месяцем для основных орошаемых культур является июль, т.е. в этом месяце потребность в орошении удовлетворяется с наибольшим напряжением, а возможная площадь орошения является наименьшей. Из декад критическими является третья декада июля и первая декада августа. Поэтому исследовалась возможность согласования режима водосточника с режимом орошения для трех периодов времени: май-август, июль и первая декада августа.

Прежде всего был проведен корреляционный анализ связи стока с метеорологическими факторами и оросительными нормами (табл. 1).

Таблица 1. Коэффициенты корреляции связи стока р. Березины в створах гг. Бобруйск (А) и Борисов (Б) с метеорологическими факторами в этих же створах

Факторы	А			Б		
	1-я декада августа	июль	май-август	1-я декада августа	июль	май-август
Осадки за рассматриваемый период	0,13	0,34	0,38	0,08	0,28	0,56
Осадки за предшествующий период	0,42	0,45	-	0,33	0,60	-
Температура воздуха	-0,34	-0,30	-0,33	-0,30	-0,35	-0,42
Дефицит влажности воздуха	-0,40	-0,38	-0,36	-0,29	-0,25	-0,43
Оросительная норма	-0,27	-0,36	-0,37	-0,12	-0,32	-0,57

Таким образом, чем больше продолжительность расчетного периода, тем теснее связь стока с погодными условиями. Однако ни один из метеорологических факторов не влияет на сток так сильно, чтобы можно было получить корреляционную зависимость.

Отметим, что коэффициенты корреляции дают лишь общее представление о тесноте связи рассматриваемых величин. Для решения практических задач необходима оценка возможности появления определенных сочетаний значений этих величин. С целью получения такой оценки был применен метод частотно-вероятностного анализа сочетаемости различных интервалов значений изменяющихся величин с помощью коллигационных матриц [6].

Коэффициент коллигации показывает, во сколько раз чаще или реже наблюдается совместное появление в определенных интервалах исследуемых величин по сравнению с возможной частотой их совместного появления при условии полной независимости колебаний этих величин.

Коллигационные матрицы "сток — оросительные нормы" были построены по ст. Бобруйск и Борисов для трех периодов. На рис. 1 изображены коллигационные матрицы для периода май—август. Маловодные годы совершенно не совпадают с влажными, а многоводные с засушливыми. С другой стороны, маловодные годы совпадают с засушливыми, а

многоводные с влажными от 2—3 до 10 раз чаще, чем они совпадали бы при независимом колебании стока и оросительных норм. Это свидетельствует о том, что существуют общие генетические причины, обуславливающие одновременное появление низкого стока и высоких оросительных норм. Сле-

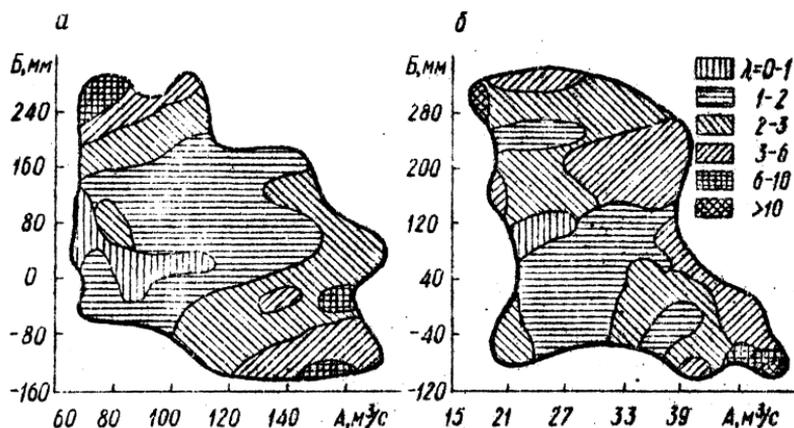


Рис. 1. Коллигационные матрицы связи стока р. Березины с оросительными нормами по ст. Бобруйск (а) и Борисов (б). По оси абсцисс отложены величины стока р. Березины за май—август (А), по оси ординат — оросительные нормы (Б).

дует заметить, что величина коэффициентов коллигации ( $\lambda = 2--10$ ) не столь велика, чтобы делать вывод о целесообразности учета связи стока и оросительных норм при проектировании орошения.

При этом случаи с меньшей величиной коэффициента коллигации встречаются чаще, чем с большей. В зоне средних по водности и сухости лет коэффициент коллигации вообще приближается к единице.

Анализ коллигационных матриц для меньших расчетных периодов (месяц, декада) показывает, что несовпадение засушливых и маловодных лет еще больше возрастает.

Сказанное подтверждается данными, приведенными на рис. 2. Как видно, в отдельные годы сток и оросительные нормы изменяются асинхронно. Такой ход этих элементов наблюдался, например, по Борисову,

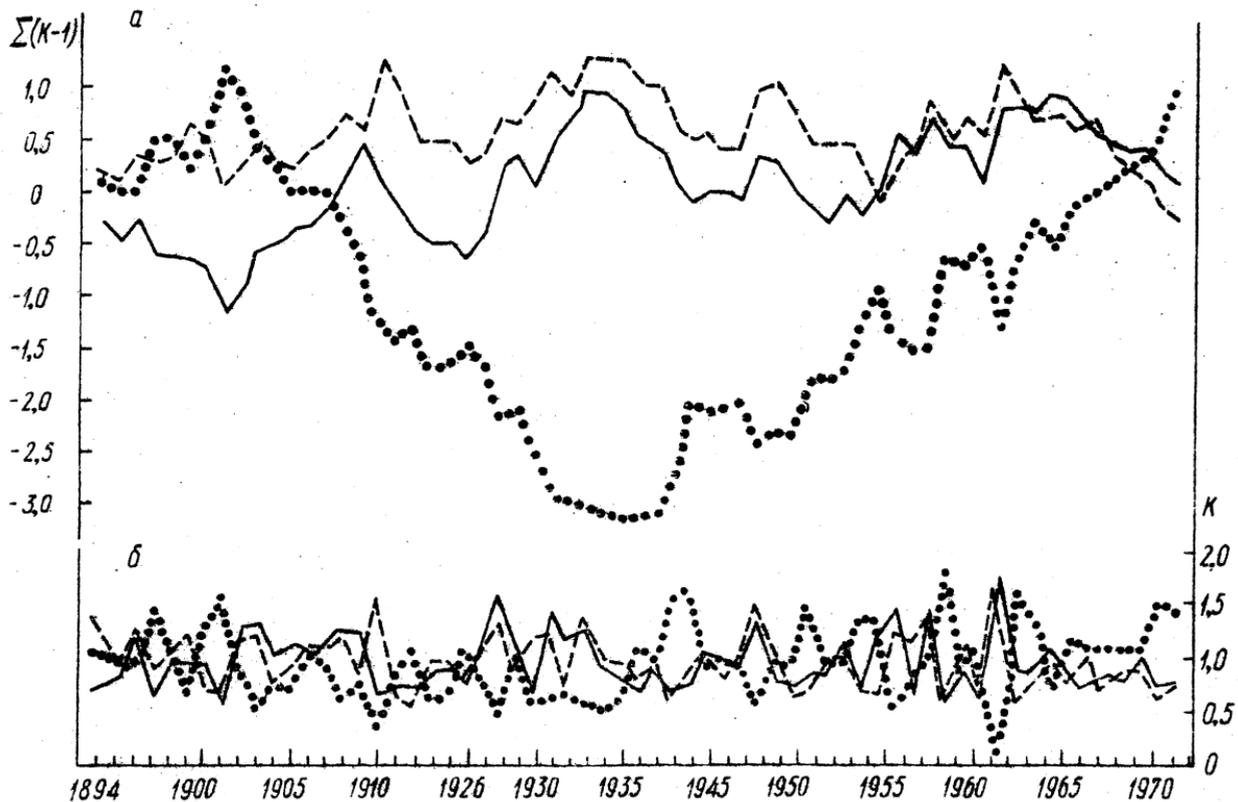


Рис. 2. Разностные интегральные кривые (а) и хронологический ход модульных коэффициентов (б) р. Березины (Борисов) за май-август (сплошные линии — по меженному стоку; штриховые — по осадкам; пунктирные — по оросительным нормам).

Таблица 2. Водность р. Березины в межень в годы с за-

Годы	Май - август		ПЕРИ- годы
	обеспеченность, %		
	оросит. норм	стока	
1908	74,6	26,9	1908
1950	78,1	95,5	1909
1939	77,6	64,2	1957
1972	79,1	74,6	1898
1900	80,6	43,3	1964
1966	82,1	53,7	1910
1911	83,6	70,2	1905
1937	85,1	71,6	1938
1947	86,6	73,7	1914
1897	88,1	59,7	1916
1971	89,6	67,2	1895
1932	91,0	17,9	1945
1955	92,5	40,3	1924
1954	94,0	94,0	1907
1951	95,5	49,2	1930
1963	97,0	44,8	1913
1959	98,5	83,6	1962
Среднее	86,6	60,6	Среднее

сушливым вегетационным периодом по ст. г. Бобруйск

О Д Ы				
Июль		1-я декада августа		
обеспеченность, %		годы	обеспеченность, %	
оросит. норм	стока		оросит. норм	стока
74,6	53,7	1948	74,6	53,7
76,1	11,9	1922	76,1	58,2
77,6	80,6	1908	77,6	47,8
79,1	29,9	1962	79,1	4,5
80,6	68,7	1904	80,6	59,7
82,1	73,1	1910	82,1	35,8
83,8	58,2	1953	83,8	43,3
85,1	62,7	1959	85,1	56,7
86,6	83,6	1895	86,6	32,8
88,1	7,5	1903	88,1	1,5
89,6	25,4	1915	89,6	79,1
91,0	41,8	1916	91,0	6,0
92,5	26,9	1945	92,5	16,4
94,0	22,4	1950	94,0	82,1
95,5	94,0	1923	95,5	25,4
97,0	16,4	1896	97,0	19,4
98,5	3,0	1964	98,5	22,4
86,6	50,6	Среднее	86,6	37,9

Сравнение обеспеченности оросительных норм в засушливые годы с обеспеченностью стока в эти же годы показывает, что почти во всех случаях обеспеченность оросительных норм значительно выше обеспеченности стока (табл.2).

Приведенные данные на примере р. Березины наглядно свидетельствуют, что в Белоруссии засушливые годы часто не совпадают с маловодными и что учет этого явления позволяет сэкономить часть водных ресурсов для орошения дополнительных площадей. Одним из возможных способов учета этого явления может быть расчет коэффициентов асинхронности в колебаниях стока и оросительных норм.

Коэффициент асинхронности в данном случае это коэффициент увеличения оросительной способности водосточника вследствие наличия асинхронности в колебаниях речного стока и

режима орошения (т.е. несовпадения маловодных лет с засушливыми). Наиболее достоверные данные о коэффициентах асинхронности безусловно можно получить для створов рек и метеостанций, имеющих длительный ряд наблюдений за стоком и климатом. Для других районов, не имеющих таких наблюдений, коэффициенты асинхронности можно найти, основываясь на методе гидрологических аналогий.

Нами были определены коэффициенты асинхронности для р. Березины в створах гг. Бобруйск и Борисов, где имеются длительные ряды наблюдений за стоком и метеозементами.

В общем случае методика расчета сводилась к следующему.

По имеющимся рядам стока и оросительных норм (для овощей) подсчитывалась известным способом оросительная способность реки для каждого года хронологического ряда. По

полученным данным строилась кривая обеспеченности оросительной способности, которую можно условно назвать фактической.

После этого сток и оросительные нормы располагались в равнообеспеченном порядке, при котором большей оросительной норме соответствует меньший речной сток. По существу такое сочетание принимается в настоящее время при проектировании оросительных систем, т.е. сток и оросительные нормы считаются одинаковой обеспеченности. При таком сочетании стока и оросительных норм определялась оросительная способность и строилась кривая обеспеченности, которую можно условно назвать проектной.

При графическом изображении этих кривых для р. Березины оказалось, что фактическая кривая расположилась выше проектной, т.е. фактическая оросительная способность водосборника больше той величины, которая принимается в настоящее время при равнообеспеченном сочетании стока и режима орошения. Коэффициент асинхронности определенной обеспеченности вычислялся как отношение оросительной способности по фактической кривой к оросительной способности по проектной кривой обеспеченности.

Полученные коэффициенты асинхронности свидетельствуют о возможности существенного увеличения орошаемых площадей. Например, для р. Березины в створах гг. Бобруйск и Борисов возможно увеличение орошаемых площадей при 95%-ной обеспеченности орошения на 22--27%, при 85%-ной на 13--17% и при 75%-ной -- на 10--14%.

Таким образом, приведенные результаты исследований наглядно свидетельствуют о необходимости учета несовпадения засушливых лет с маловодными при определении водобеспеченности орошаемых земель. Учет этого явления может проводиться при помощи коэффициентов асинхронности.

## Л и т е р а т у р а

1. Железняк И.А., Левковский С.С., Швейкин Ю.В. Об асинхронности осадков в зоне орошения и водности р. Днепра. — "Мелиорация и гидротехника", 1967; № 10.2, Козловский В.М. О гидромодулях водопотребления при регулировании водного режима почвы на осушительно-увлажнительных системах. — В сб.: Проблемы охраны и использования вод. Вып. 3. Харьков, 1973. 3. Плешков Я.Ф., Гелеверя Н.З. Определение располагаемого количества воды на орошение с.

учетом асинхронности осадков в период вегетации и речного стока. — В сб.: Проблемы охраны и использования вод. Вып. 2. Харьков, 1972. 4. Алпатьев С.М., Остапчик В.П. Методика расчета режимов орошения сельскохозяйственных культур на основе биоклиматического метода для Европейской части СССР с применением ЭВМ. Киев, 1973. 5. Голченко М.Г. Методика расчета проектного поливного режима сельскохозяйственных культур применительно к условиям БССР. — В сб.: Сборник научных трудов БСХА, 1973, т. 112, 6. Ворончук М.И., Швейкин Ю.В. Метод исследования асинхронности колебаний гидрометеорологических явлений с помощью стохастических матриц. — "Труды УкрНИГМИ", 1969, вып. 85.

Ю.А. Деев

## ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БЕЗЗАТОРНОГО РЕЖИМА ЛЕДОХОДА В РУСЛОВЫХ ПОТОКАХ

Рассматриваемый вопрос является частью проблемы управления ледоходом в русловых потоках, пока еще не решенной в целом, но являющейся важной гидротехнической задачей сегодняшнего дня.

Заторы льда — закономерное и широко распространенное явление в процессе вскрытия многих рек на территории нашей страны — могут, как известно, причинять значительный ущерб (наводнения, повреждение речных сооружений, судов и т.п.). Установлено [1, 2], что заторы льда — явление многофакторное и неоднотипное по причинам и условиям возникновения, по воздействию на водно-ледоходный режим, сооружения и пр. Поэтому мероприятия по предупреждению заторов в разных условиях не могут быть одинаковы. Общий же принцип борьбы с заторами заключается в целенаправленном изменении соотношения между факторами, обуславливающими возникновение заторов, и факторами, действующими в обратном направлении. Этот принцип по существу был высказан Ф.И.Быдиным [3]. Осуществление же этих мероприятий должно базироваться на общих теоретических основах.

Установленные [1, 2] закономерности заторообразования позволяют сделать некоторые обобщения в отношении гидромеханического обоснования рассматриваемых мероприятий. Задача в данном случае решена путем разработки системы гидромеха-