

В. Ф. Шебеко

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕСУРСОВ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ПРИ РЕГУЛИРОВАНИИ ПОЧВЕННОЙ ВЛАГИ ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ БССР

Совершенствование методов мелиорации болот и заболоченных земель направлено на решение ряда задач по более детальному проектированию мероприятий, обеспечивающих оптимальный для сельскохозяйственных культур режим почвенной влаги. Такие мероприятия с естественным ходом формирования приходных и расходных элементов водного баланса, с режимом стока на водосборе должны учитывать требования по рациональному перераспределению, использованию и охране водных ресурсов. Для решения этих задач выполняются специальные исследования по гидрологическим и водохозяйственным характеристикам в конкретных природных условиях. Основой таких мероприятий являются характеристики по водным ресурсам и условиям формирования водного режима территории.

Атмосферные осадки и условия перераспределения и преобразования их на земной поверхности служат основным показателем увлажненности территории, водоносности рек. Годовая сумма осадков для разных календарных лет и разных пунктов территории БССР по данным наблюдений метеорологических станций Управления гидрометеослужбы изменяется примерно в одинаковом интервале от максимального значения (1200 мм) до наименьшей величины (330 мм) в год. Средняя же многолетняя сумма годовых осадков по территории имеет тенденцию уменьшения с севера на юг. Среднее за многолетие годовое количество осадков изменяется от 620 мм на севере республики до 530 мм на юге. Чтобы измеренные осадки соответствовали фактическим, надо увеличить их примерно на 15%.

Гидротермические условия определяют направление мелиоративных воздействий на избыточно увлажненных землях и водные ресурсы, являющиеся основой для инженерных расчетов при проектировании водохозяйственных мероприятий. Если оценить условия увлажненности мелиорируемых почв территории Белорусской ССР, то оказывается, что во внутрисезонном распределении приходных и расходных составляющих водного баланса появляются периоды как избыточной увлажненности, так и недостатка почвенной влаги для сельскохозяйственных культур. Дефициты почвенной влаги на этой территории наиболее детально изучены для болот. Для минеральных суглинистых и супесчаных почв дефициты почвенной влаги примерно такие же, как для мелкозалежных болот. В этой связи результаты наших исследований по дефицитам на мелкозалежных болотах можно использовать для минеральных почв супесчаных, суглинистых и более тяжелого механического состава.

Основным источником для восполнения дефицитов почвенной влаги является речной сток. Можно сравнить объемы естественного речного

стока в его внутрисезонном ходе в засушливые годы с объемами появляющихся в эти годы дефицитов почвенной влаги на мелиорированных минеральных землях и мелкозалежных болотах. Это сравнение показывает, что в отдельные короткие интервалы времени (декады, месяцы) наблюдаются значительные недостатки влаги в почве по сравнению с оптимально необходимыми для нормального роста и развития основных сельскохозяйственных культур, выращиваемых на осушаемых минеральных и заболоченных землях, среди которых основные площади отводятся под зерновые (55%), травы (25%) и пропашные (20%). В это же время формируется самый низкий сток в речных системах, который используется на орошение. Чтобы оросить 1 га площади в засушливые годы, полностью используя речной сток в его естественном календарном ходе, необходимо собрать сток со значительно большей площади водосбора (табл. 1).

Таблица 1

Площадь водосбора естественного речного стока (га), необходимого для восполнения дефицитов почвенной влаги на 1 га осушенных минеральных и заболоченных земель (при условии полного использования стока)

Бассейн реки	Повторяемость расчлененных засушливых лет	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	За сезон V—IX
Западной Двины	раз в 4 года	0	0,6	2,0	3,1	0,4	0,7
Верховье Немана, Березины, Сожа		0	0	4,3	4,1	0,5	1,5
Низовье Немана, Березины, Сожа, верх. Птичи		0	4,0	11,5	11,5	1,4	4,1
Припяти		0	8,2	11,5	8,9	1,7	4,6
Западной Двины	раз в 10 лет	0,2	4,8	2,6	3,5	0,2	1,8
Верховье Немана, Березины, Сожа		0,3	5,8	4,4	3,3	0,1	3,0
Низовье Немана, Березины, Сожа, верх. Птичи		1,1	12,8	19,2	8,2	0,3	7,2
Припяти		1,2	23,0	23,0	10,5	5,8	9,6

В различных бассейнах рек формирование стока имеет свои особенности. Это относится как к количественным показателям объемов, так и к их внутрисезонному распределению. Поэтому, несмотря на небольшую разницу в величине дефицитов почвенной влаги для разных бассейнов, необходимая площадь водосбора естественного речного стока для восполнения этих дефицитов по водосборам резко изменяется. Наиболее обеспечены водой бассейны Западной Двины, верховья Немана, Березины и Сожа. Здесь в засушливые сезоны с повторяемостью раз в четыре года отношение необходимой площади водоисточника к площади орошения при условии полного использования стока и без учета потерь воды колеблется для объемов месячных интервалов в пределах 0—4,3 га/га и для сезонных объемов в пределах 0,7—1,5 га/га. В более засушливые сезоны с вероятностью повторения раз в 10 лет эти отношения увеличиваются до 0,2—5,8 для месячных объемов стока и дефицита и до 1,8—3,0 для сезонных.

Значительно понижена водообеспеченность в водосборах нижнего течения рек Немана, Березины, Сожа и верховья Птичи. Здесь необходимая площадь водосбора для возможности восполнения дефицитов почвенной влаги на 1 га осушенных земель характеризуется такими же величинами, как для южной части республики в бассейне реки Припяти. В засушливые сезоны с вероятностью повторения раз в четыре года необходимая площадь водосбора (с полным использованием стока для покрытия дефицитов почвенной влаги без учета потерь воды при подаче) составляет для объемов месячных интервалов от 0 в мае до 11,5 га/га в июле и августе. Для сезонных объемов стока и дефицитов почвенной влаги это отношение площади водосточника к площади орошения изменяется в пределах 4,0—4,6 га/га. В годы с более засушливыми сезонами с вероятностью повторения раз в 10 лет необходимая площадь водосбора определяется величиной от 1,1 в мае до 23 га/га в июне и июле. По сезонной величине объема стока и дефицита отношение площадей изменяется в пределах 7,2—9,6.

Приведенные в табл. 1 расчеты показывают соотношение наличных ресурсов поверхностных вод h и дефицитов почвенной влаги D в соответствии с их внутрисезонным ходом в засушливые годы разной вероятности повторения. Для оценки возможного использования поверхностных вод необходимо исключить минимально допустимые расходы в водотоках, за которые можно принять бытовые расходы 95%-ной обеспеченности h_6 . Такую оценку можно сделать по бассейнам отдельных рек. В табл. 2 характеризуются отдельные водосборы рек северной части БССР и три водосбора южной территории (рек Ясельды, Бобриска, Орессы).

Удельные характеристики водных ресурсов зависят от величины водосборной площади водотока (табл. 2), его эрозионного вреза. Однако определяющими условиями являются географическое положение и связанные с ним климатические условия, а также местные условия формирования поверхностного и грунтового стока. В связи с этим соотношения K между ресурсами поверхностных вод ($h-h_6$) и потребностями воды на увлажнение сельскохозяйственных полей (D) значительно различаются как для отдельных бассейнов по территории, так и по внутрисезонному распределению во времени. Общим является то, что в средний маловодный и засушливый годы возможные для использования ресурсы поверхностных вод в их естественном календарном ходе не могут полностью обеспечить восполнение дефицитов почвенной влаги по всей территории республики. В отдельные декады вегетационного периода для увлажнения 1 га мелиорированных земель необходимо использовать речной сток с водосбора, в 25—30 раз большего по площади на севере республики и в 50—80 раз на юге. В некоторых южных водосборах в отдельные засушливые декады среднемаловодного года наблюдается сток меньше бытового 95%-ной обеспеченности, что указывает на отсутствие в эти декады возможных ресурсов для увлажнения почв (табл. 2).

Неравномерность во внутрисезонном распределении стока за вегетационный период может быть несколько сглажена при регулировании водного режима подпорными сооружениями за счет местного стока. В этом случае можно ориентироваться на соотношение сезонных сумм ресурсов поверхностных вод и дефицитов почвенной влаги (табл. 2). Использование суммарного объема стока ($h-h_6$) за наиболее напряженный по водопотреблению период вегетации (май — август) позволяет значительно увеличить ресурсы поверхностных вод по декадам в результате внутрисезонного перераспределения. Средние соотношения

Таблица 2

Внутрирассезонное декадное распределение ресурсов поверхностных вод в водосборе и дефицитов почвенной влаги на избыточно увлажненных землях после их осушения

Река—пункт	Площадь водосбора, км ²	Показатели	Средний маловодный год (P ≈ 85%)															Сумма за май—август, тыс. м ³ с 1 км ²
			май			июнь			июль			август			сентябрь			
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
р. Полота, п. Янково	618	h	9100	3800	3100	3500	2600	2020	1750	1670	1640	1280	1120	1150	1280	1260	1570	32,7
		$h-h_6$	8000	2700	2000	2400	1500	920	650	670	540	180	20	50	180	160	470	19,6
		D	0	1030	7210	22660	38110	13390	3090	3090	6180	4120	3090	1030	0	0	0	103
		$K = \frac{h-h_6}{D}$	—	2,62	0,28	0,106	0,040	0,068	0,21	0,22	0,088	0,044	0,0065	0,048	—	—	—	0,19
р. Виляя, п. Залесье	6840	h	6200	7600	5200	4000	3660	3140	2800	2700	2700	2400	2430	2820	2760	2560	2500	45,6
		$h-h_6$	4700	6100	3700	2500	2160	1640	1300	1200	1200	900	930	1320	1260	1060	1000	27,6
		D	0	1000	7000	22000	37000	13000	3000	3000	6000	4000	3000	1000	0	0	0	100
		$K = \frac{h-h_6}{D}$	—	6,1	0,53	0,114	0,058	0,126	0,43	0,40	0,20	0,22	0,31	1,32	—	—	—	0,28
р. Неман, п. Столбцы	4050	h	3600	6200	3400	2900	2510	2100	2000	1700	1500	1550	1600	2070	1520	1620	2120	21,1
		$h-h_6$	2400	5000	2200	1500	1500	900	800	500	300	350	400	870	320	420	920	16,7
		D	0	1000	7000	22000	37000	13000	3000	3000	6000	4000	3000	1000	0	0	0	100
		$K = \frac{h-h_6}{D}$	—	5,0	0,31	0,068	0,040	0,069	0,27	0,167	0,50	0,087	0,133	0,87	—	—	—	0,17
р. Свислочь, п. Теребуты	3070	h	5650	4500	4250	3040	2500	2760	2400	2240	2340	2660	2420	2080	2040	2300	3200	36,8
		$h-h_6$	4250	3100	2850	1640	1100	1360	1000	840	960	1220	1020	680	640	900	1800	20
		D	0	1000	7000	22000	37000	13000	3000	3000	6000	4000	3000	1000	0	0	0	100
		$K = \frac{h-h_6}{D}$	—	3,1	0,40	0,075	0,030	0,105	0,33	0,28	0,16	0,30	0,34	0,68	—	—	—	0,20

р. Ясельда, п. Береза	916	h	8700	5700	4200	1200	860	610	510	220	220	270	340	420	300	390	480	23,2	
		$h-h_6$	8460	4460	3960	960	620	370	270	—20	—20	30	100	180	60	150	240	19,3	
		D	0	1160	9280	26680	44080	15080	3780	3480	5800	3480	3480	0	0	0	0	0	116
		$K = \frac{h-h_6}{D}$	—	3,86	0,43	0,038	0,014	0,025	0,071	—0,006	—0,004	0,009	0,029	—	—	—	—	—	0,17
р. Бобрин, п. Парохонск	1450	h	4700	2600	1310	1010	750	680	530	490	420	320	380	480	580	430	360	13,7	
		$h-h_6$	4530	2430	1140	840	580	510	360	320	250	150	210	310	410	260	190	11,6	
		D	0	1160	9280	26680	44080	15080	3780	3480	5800	3480	3480	0	0	0	0	116	
		$K = \frac{h-h_6}{D}$	—	2,10	0,123	0,031	0,013	0,034	0,095	0,092	0,043	0,043	0,060	—	—	—	—	—	0,10
р. Оресса, п. Андреевка	3580	h	7500	5700	4000	2000	1620	1370	1180	1010	1040	850	750	720	840	800	1010	27,7	
		$h-h_6$	6930	5730	3430	1430	1050	800	610	440	470	280	180	140	270	239	440	21,5	
		D	0	1160	9280	26680	44080	15080	3780	3480	5800	3480	3480	0	0	0	0	116	
		$K = \frac{h-h_6}{D}$	—	4,95	0,37	0,054	0,024	0,053	0,016	0,126	0,081	0,080	0,052	—	—	—	—	—	0,18

Примечание. Обозначения: h — среднедекадный сток, $м^3/дек$ с $1 км^2$; h_6 — бытовой сток 95%-ной обеспеченности, $м^3/дек$ с $1 км^2$; D — дефицит почвенной влаги, $м^3/дек \cdot км^2$; K — отношение используемого стока к дефициту.

используемого стока к дефицитам почвенной влаги для декад за май—август составляют 0,17—0,20 для северной половины республики, 0,10—0,18 — для южной. Это значит, что при перераспределении местного стока подпорными сооружениями и обеспечении подачи этой воды в зону корнеобитания растений площадь водосбора нетто, необходимая для восполнения дефицитов влаги на 1 га сельскохозяйственных угодий, может уменьшиться соответственно до 5—6 га на севере и до 5,5—10,0 га на юге.

Приведенный анализ дефицитов почвенной влаги на избыточно увлажненных землях после их осушения и ресурсов поверхностных вод как в их естественном внутрисезонном ходе, так и при частичном перераспределении стока в период вегетации показывает, что в синхронном соотношении этих величин по отдельным декадам и суммам за вегетацию среднезасушливого года наблюдается значительное превышение дефицитов над объемами стока.

В случае годовичного регулирования стока для восполнения появляющихся в засушливые годы дефицитов почвенной влаги можно использовать летний сток этих лет за вычетом минимально необходимых расходов водотока (бытовых 95%-ной обеспеченности) и зарегулированный сток предшествующей весны. Эти объемы составят ресурсы весенне-летнего стока, которые могут быть использованы из водотоков в засушливые годы различной вероятности повторения. В случае отсутствия претендентов в других отраслях народного хозяйства они могут быть использованы на орошение земель. Расчеты по оценке ресурсов поверхностных вод при зарегулированном весеннем стоке и дефицитов почвенной влаги в засушливые годы для территории Белорусской ССР приводятся в табл. 3 и 4.

В табл. 3 для расчета принят год засушливый по осадкам теплого периода 75%-ной обеспеченности (вероятность повторения — раз в четыре года) с маловодным летним сезоном (июнь — сентябрь) 75%-ной обеспеченности стока. Исходя из типизации внутригодового распределения стока такому году соответствуют объемы весеннего стока, приведенные в графах 4 и 5. Ресурсы весенне-летнего стока определяются графой 7. Дефициты почвенной влаги могут появляться в течение теплого периода как после многоводной весны с большими влагозапасами на начало вегетации (графа 8), так и после маловодной весны с небольшими исходными влагозапасами в почве (графа 9). Имеются большие избытки воды после удовлетворения нужд сельского хозяйства на орошение. Для северной и центральной части Белоруссии сток с 1 км² площади водосбора в 1,1—3 раза превышает дефициты почвенной влаги на 1 км² сельскохозяйственных полей. Учитывая, что сельскохозяйственные угодья занимают лишь часть любого речного водосбора, водообеспеченность этих районов будет избыточной на принятый расчетный год. В бассейне реки Припять водообеспеченность значительно ниже, однако и здесь отношение объема ресурсов весенне-летнего стока с 1 км² к объему дефицитов почвенной влаги на той же единице площади сельскохозяйственных угодий изменяется в пределах 0,7—1,3. С учетом распаханности водосборов и для этого речного бассейна в засушливый теплый период с вероятностью повторения раз в четыре года водообеспеченность можно считать избыточной.

Иные соотношения в водообеспеченности и водопотреблении сельскохозяйственными культурами получаются в более засушливые годы.

В табл. 4 приводятся результаты расчетов для года с засушливым теплым периодом и маловодным летом при вероятности повторения раз

Таблица 3

Характеристика ресурсов максимально зарегулированного речного стока и дефицитов почвенной влаги на осушенных минеральных и заболоченных землях БССР в засушливый теплый период (повторяемость — раз в четыре года).

Гидрологический район	Градации водосборн. площадей, тыс. км ²	Летний сток h , мм, обеспеченностью $P=75\%$	Соответствующий сток весны (III—V)		Бытовой сток 95%-ной обеспеченности h , мм	Ресурсы весенне-летнего стока h , мм	Дефициты почвенной влаги, мм, при осадках теплового периода 75%-ной обеспеченности и водности весны		Отношение объема ресурсов весенне-летнего стока к объему дефицитов (на единицу площади водосбора)	
			h , мм	P , %			многоводной	маловодной	дефициты графы 8	дефициты графы 9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Северный	<5	22	143	39	15	150	50	103	3,0	1,46
Западный	1—10	31	96	40	18	109	59	101	1,85	1,08
	<1	20	100	—	9	111	59	101	1,88	1,10
Центральный	1—10	32	107	35	22	117	59	101	1,98	1,16
	<1	20	86	—	17	89	59	101	1,51	0,88
Восточный	<5	13	125	39	9	129	59	101	2,19	1,28
Левобережные притоки Припяти	1—10	20	88	40	7	101	81	110	1,25	0,92
	<1	9	73	—	2	80	81	110	0,99	0,73
Юго-восточные притоки правобережья Припяти	<6	8	82	38	1,4	89	89	106	1,0	0,84
Юго-западные притоки правобережья Припяти	1—10	21	56	40	11	66	89	106	0,74	0,62

Таблица 4

Характеристика ресурсов максимально зарегулированного речного стока и дефицитов почвенной влаги на осушенных минеральных и заболоченных землях БССР в засушливый теплый период (повторяемость — раз в 10 лет)

Гидрологический район	Градации водосбора площади, тыс. км ²	Летний сток <i>h</i> , мм, 90%-ной обеспеченности	Соответствующий сток весны (III—IV)		Бытовой сток, мм 95%-ной обеспеченности	Ресурсы весенне-летнего стока <i>h</i> , мм	Дефициты почвенной влаги, мм, при осадках теплового периода 90%-ной обеспеченности и весны		Отношение объема ресурсов весенне-летнего стока к объему дефицитов (на единицу площади водосбора)-	
			<i>h</i> , мм	<i>P</i> , %			многоводной	маловодной	дефициты графы 8	дефициты графы 9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Северный	<5	14	92	65	15	91	82	140	1,11	0,65
Западный	1—10	22	73	55	18	77	96	138	0,80	0,56
	<1	13	73		9	77	96	138	0,80	0,56
Центральный	1—10	25	84	55	22	87	96	138	0,91	0,63
	<1	14	60		17	57	96	138	0,59	0,41
Восточный	<5	9	86	70	9	86	96	138	0,90	0,62
Левобережные притоки Припяти	1—10	13	57	70	7	63	116	153	0,54	0,41
	<1	5	43		2	46	116	138	0,40	0,33
Юго-восточные притоки правобережья Припяти	<6	4,5	47	75	1,4	50,1	119	152	0,42	0,33
Юго-западные притоки правобережья Припяти	1—10	16	46	70	11	51	119	152	0,43	0,33

в 10 лет (обеспеченность 90%). В такие годы ресурсы весенне-летнего стока не всегда обеспечивают пополнение дефицитов почвенной влаги на всех сельскохозяйственных угодьях, даже при условии зарегулированности объемов весеннего половодья соответствующих лет. Избыточная водообеспеченность поверхностными водами в эти расчетные годы создается при многоводной весне в северной и центральной части республики. При маловодной весне на этой территории, когда дефициты почвенной влаги на сельскохозяйственных полях вследствие малой весенней влагозарядки большие, избыточная водообеспеченность за счет поверхностных вод может иметь место при распаханности водосборов менее 40—60%.

По условиям формирования водного режима, определяющего дефициты почвенной влаги на сельскохозяйственных угодьях после осушения избыточно увлажненных земель, и по гидрологическому режиму на водосборах, характеризующих ресурсы поверхностных вод, территория Белорусской ССР имеет различную водообеспеченность. В северной и центральной части зарегулированный сток поверхностных вод может обеспечить увлажнение сельскохозяйственных земель в засушливый год даже весьма редкой повторяемости (обеспеченность осадков и стока сезона 90% при маловодной весне). В бассейне реки Припяти (Полеская низменность) возможные для использования ресурсы поверхностных вод за весенне-летний период могут гарантировать полное обеспечение дефицитов почвенной влаги на сельскохозяйственных полях при распаханности водосборов не более 30—50%. Практически удельный вес сельскохозяйственных угодий в водосборе может быть большим. Кроме того, ресурсы поверхностных вод используются в народном хозяйстве комплексно с участием других потребителей. И если ставить задачу полного увлажнения почв на сельскохозяйственных угодьях, то на территории Полесья создается обстановка недостаточной водообеспеченности за счет поверхностных вод. Возникает необходимость использования местных подземных вод и речного стока смежных более северных водосборов. Приведенные материалы и анализ показывают возможности в водообеспеченности и водопотреблении на водосборах территории Белорусской ССР. Практическая реализация этих возможностей требует технических решений в конкретных условиях каждого объекта с учетом комплексного использования водных ресурсов.