

перераспределение стока. Он уменьшается в местах отбора вплоть до пересыхания малых водотоков и увеличивается в реках, куда поступают подземные воды после их использования. Это подтверждается также анализом рядов стока по водосборам, где эксплуатируют подземные воды.

Рассмотренные методические подходы к оценке влияния отбора подземных вод на сток позволяют при наличии определенной информации получать достоверные результаты, что подтверждает опыт таких исследований [5].

Л и т е р а т у р а

1. Д о б р о у м о в Б.М., У с т ю ж а н и н Б.С. Преобразование водных ресурсов и режима рек центра ЕТС. — Л., 1980. — 221 с.
2. М и н к и н Е.Л. Взаимосвязь подземных и поверхностных вод и ее значение при решении некоторых гидрологических и водохозяйственных задач. — М., 1973. — 103 с.
3. Оценка изменений гидрогеологических условий под влиянием производственной деятельности / Под ред. В.М. Фомина. — М., 1978. — 264 с.
4. А в е р ь я н о в С.Ф. Фильтрация из каналов и ее влияние на режим грунтовых вод. — М., 1982. — 237 с.
5. Д р о з д В.В. Преобразование малых рек при водохозяйственных мероприятиях // Комплексное использование водных ресурсов. — М., 1979. — Вып. 7. — С. 63—67.
6. Б е ф а н и Н.Ф., К а л и н и н Г.П. Упражнения и методические разработки по гидрологическим прогнозам. — Л., 1983. — 390 с.
7. Мелиорация: Энциклопедическ. справочник. — Минск, 1984. — 567 с.
8. Д р о з д В.В. Методика оценки стока подземного происхождения малых рек Белоруссии // Проблемы использования и охраны водных ресурсов / Под ред. П.Д. Гатилло. — Минск, 1972. — С. 14—19.
9. Анализ однородности рядов речного стока: Рекомендации. — Минск, 1985. — 40 с.
10. З л о т н и к В.А., К а л и н и н М.Ю., У с е н к о В.С., Ч е р е п а н с к и й М.М. Прогнозирование влияния эксплуатации подземных вод на гидрогеологические условия. — Минск, 1985. — 246 с.

УДК 556.55.631.6

К.Ф. БНКОВСКИЙ, канд.геогр. наук,
А.А. ИОДО (ЦНИИКИВР)

РОЛЬ ПРУДОВ В ФОРМИРОВАНИИ ВОДНОГО РЕЖИМА РЕЧНЫХ ВОДОСБОРОВ

В условиях усиления мероприятий по охране природы большое значение приобретает количественная оценка разных аспектов преобразования водного режима в районах мелиорации земель. Особое внимание в последние годы уделяется охране водных ресурсов бассейна реки Десны, значительная часть которого находится в зоне влияния крупных водозаборов подземных вод.

Реки Навля и Нарусса берут начало на западных склонах Среднерусской возвышенности в пределах Орловской области и впадают в Десну на территории Брянской области, причем их водосборы граничат между собой. Более крупные притоки Наруссы, а также реки Сев и Усожа начинаются на территории Курской области. Рельеф — крупнохолмистый в верховьях рек, равнинный в средней их части и низинный у впадения в Десну. По географическому положению исследуемые водосборы, являясь восточной окраиной Припятско-Деснинского Полесья, находятся в зоне достаточного увлажнения. Средние

многолетние суммы атмосферных осадков составляют для водосбора Навли — 580, Неруссы — 560 мм; среднегодовые температуры воздуха — соответственно 5 и 5,5 °С. Почвогрунты по фильтрационным свойствам и проводимости воды относятся к средним, с заметным влиянием карстовых явлений.

В комплексе исследований влияния мелиоративных мероприятий на водный режим этих водосборов нами проанализированы те его изменения, которые вызваны строительством, заполнением и эксплуатацией небольших водохранилищ и прудов. С этим видом хозяйственной деятельности в данном регионе авторы [1] связывали формирование более благоприятного, чем в настоящее время, водного режима.

Ниже приводится характеристика прудов, существовавших на 1984 г. в пределах водосбора Неруссы (табл. 1).

Почти половина (54 из 117) прудов введена в эксплуатацию в 60-е гг. Более крупные из них находятся в Курской области в водосборе реки Сев — притока реки Неруссы.

Гораздо меньше прудов в водосборе реки Навли — 11 и 12 — соответственно в Орловской и Брянской областях с площадями водной поверхности 20 га и менее и объемами до 500 тыс. м³. Они строились и вводились в эксплуатацию равномерно, начиная с 1914 г. Следует отметить комплексное назначение прудов в пределах исследуемых водосборов: противопожарное, рекреационное, для регулирования режима малых водотоков, рыборазведения и орошения земель. В поймах рек Навли и Неруссы, которые являются приемниками мелиоративных систем, водохранилища отсутствуют.

В результате создания искусственных водоемов различного назначения изменяется внутригодовое распределение стока, что учитывается при проектировании водоемов. Кроме того, их создание вызывает потери стока на заполнение до нормального подпорного уровня (НПУ), фильтрацию в дно и берега ложа, а также на дополнительное испарение с водной поверхности. Потери стока на заполнение водоемов носят разовый характер, учитываются в год их заполнения и на стоке последующих лет сказываются незначительно, в зависимости от сработки полезных объемов, особенно во влажные годы. Увеличение испарения при подъеме грунтовых вод в береговой зоне примерно компенси-

Табл. 1. Структура площадей и полных объемов прудов в водосборе реки Неруссы

Интервалы площадей, га	Количество прудов	Интервалы объемов, тыс. м ³	Количество прудов
0,3—1	22	1—10	28
1,1—3	36	10,1—50	44
3,1—5	12	50,1—100	10
5,1—10	17	100,1—200	12
10,1—30	15	200,1—500	7
30,1—50	7	500,1—1000	10
50,1—100	5	1000,1—3000	5
100,1—200	3	> 3000	1
Всего	117		117

руется той его величиной, которая была на территории водоемов до их заполнения. Как правило, это поймы малых рек и днища балок, где испарение больше, чем в целом по водосбору.

Действующим ежегодным фактором является дополнительное испарение с поверхности водоемов [2—4], которое зависит от того, насколько испарение с водной поверхности больше, чем с суши. По исследуемой территории нами рассчитаны дополнительные потери на испарение с существующих прудов по водосборам до гидрологических постов и до устьев рек Навли, Неруссы и Сева (табл. 2).

Дополнительное испарение определяли согласно данным [5]. Приведенные в табл. 2 потери стока рассчитаны путем умножения значения дополнительного испарения на суммарные площади зеркала прудов.

Для сопоставления со среднегодовым стоком значение объемов дополнительного испарения в млн м³ переводили в м³/с путем деления на коэффициент 21,08 для безледоставного сезона. Из данных табл. 2 следует, что потери стока незначительны и находятся в пределах погрешности определения многолетней нормы. Объем дополнительного испарения за июнь—ноябрь больше, чем за апрель—ноябрь, в среднем на 11 %, так как исключается отрицательная величина испарения в апреле—мае.

Разовые потери на заполнение искусственных водоемов зависят от величины последних и могут оказывать заметное влияние на речной сток. Так, заполнение пруда общим объемом 3050 тыс. м³ в водосборе реки Сев в 1982 г. составило 2,45 % от ее стока у гидрологического поселка Ново-Ямского и 1,41 % — в устье этой же реки, что превысило дополнительное испарение с поверхности пруда более чем в 9 раз. Общий объем воды, аккумулированной прудами, в этом водосборе на 1984 г. составил около 10 % стока реки у Ново-Ямского и 6 % в ее устье.

Табл. 2. Потери стока на дополнительное испарение с поверхности прудов за безледоставный период (апрель—ноябрь)

Водосбор	Площадь водосбора, км ²	Площадь зеркала прудов при НПУ, км ²	Дополнительное испарение, мм	Потери стока на дополнительное испарение		Средний многолетний сток, м ³ /с	В % стока
				млн м ³	м ³ /с		
р. Навля — пгт Навля	1560	0,46	116	0,053	0,0025	7,45	0,03
р. Навля — устье	2540	1,20	115	0,138	0,0065	10,0	0,06
р. Нерусса — с. Рядогощ	1020	2,31	120	0,277	0,0131	5,02	0,26
р. Нерусса — устье	5630	17,08	115	1,964	0,0932	21,7	0,43
р. Сев — с. Ново-Ямское	1150	8,52	120	1,022	0,0485	3,94	1,23
р. Сев — устье	1800	9,60	120	1,152	0,0546	6,84	0,80

Размер фильтрации из чаши искусственного водоема зависит от его размеров, высоты наполнения водой, а также от местных гидрогеологических условий. Потерями для части водосбора, расположенного выше подпорного сооружения (плотины), считается разность объемов подземного притока и оттока по контуру чаши в естественных условиях и после ее заполнения. В приближенных расчетах потери воды на фильтрацию, согласно данным М.В. Потапова [6], для средних гидрогеологических условий принимаются в пределах 10–20 % объема при среднем наполнении водоема. Согласно этим данным (принимая в среднем 15 % от объема вышеупомянутого пруда), потери воды ложем пруда при заполнении составляют 0,37 % стока реки Сев у поселка Ново-Ямского.

Строительство и заполнение водоемов приводит к изменению водного режима водотоков, протекающих через них, а также режима грунтовых вод сопредельных территорий. При этом происходит подтопление низинных участков, а на возвышенной части грунтовые воды поднимаются до уровня, при котором их поверхность выше уровня воды в водоеме.

Для расчета подъема поверхности грунтовых вод применяют методы, основанные на использовании геолого-гидрогеологических характеристик (расчетных параметров) прилегающей территории [7–9]. Требуется надежные данные о мощности водоносных горизонтов, уклоне водоупорного основания, коэффициентах фильтрации, недостатке насыщения грунтов и т.д. Если на территории и в прибрежной части будущего крупного водоема ведутся детальные предпроектные изыскания, то по мере удаления от него зачастую недостает данных о расчетных параметрах и определить характеристики всей зоны подпора не всегда представляется возможным. Еще сложнее это выполнить для большого количества неодинаковых по размерам водоемов, построенных в пределах речного водосбора в разное время.

На основании анализа и обработки материалов наблюдений за уровнями грунтовых вод в зонах формирования подпоров от водохранилищ предложен упрощенный метод расчета подъема этих вод в различном удалении от урезом водоемов (при условии уже стабилизированной зоны влияния в средних по проводимости грунтах) [10].

Расчетная зависимость принимает вид

$$\Delta H = \sqrt{\Delta H_0 x i}, \quad (1)$$

где ΔH – подъем уровня грунтовых вод в расчетной точке (фиктивный), м; ΔH_0 – подъем уровня воды в водохранилище, м; x – расстояние расчетной точки от его уреза, м; i – уклон поверхности грунтовых вод в расчетном створе до заполнения водохранилища (величина относительная).

В значение ΔH , рассчитанное по зависимости (1), вводится поправка $\Delta H_1 = \Delta HK$. Здесь K – поправочный коэффициент, который вычисляется по зависимости $K = 48,7 (x/\Delta H_0)^{-0,816}$.

Для расчета по этой методике подъема грунтовых вод и определения ширины зон подпора в пределах водосборов рек Навли и Неруссы приняты: ΔH_0 – равным средней глубине из всех прудов, существующих на 1984 г.; i – в 2,5 раза большим средних уклонов рек по каждому водосбору. Соот-

ношение (2,5 раза) уклонов грунтовых вод к реке со средним уклоном реки в замыкающем створе получено по данным фактических наблюдений в четырех створах скважин в водосборе Неруссы. Это соотношение использовано также для водосбора Навли в связи с большой степенью натурального подобия данных водосборов. Рассчитанные значения уклонов поверхности грунтовых вод по исследуемым водосборам подтверждаются данными [11] по Белорусскому Полесью и находятся в пределах 0,001—0,003.

Зная ширину зоны подпора среднего по величине пруда и общее количество прудов на водосборе, можно определить и общую площадь зон подпора грунтовых вод прудами, приняв, что эти зоны составляют примерно 2/3 от круговых, окаймляющих пруды, до нижних бьефов. Расчет выполняется по схеме, представленной в табл. 3.

Средний подъем уровня воды в прудах водосбора Навли составил 1,24; Неруссы — 1,36 см. В затухающей части зон подпора грунтовых вод этот подъем составляет 15 см. Радиус круга, равновеликого среднему для данного речного водосбора пруду, вычисляли согласно его площади по общеизвестной формуле, площадь зоны подпора, формируемой средним прудом, — как площадь кольца, окаймляющего пруд. При этом радиус всей площади подпора включает радиус круга, равновеликого среднему пруду, плюс ширину зоны влияния.

Принятая для определения площади зон подпора схематизация природных условий и процесса расчетов весьма приближена. Например, крупные пруды формируют зону подпора, составляющую примерно 2/3 от круговой, в то время как вокруг малых прудов эта зона постепенно принимает почти кольцеобразную форму. Так как в пределах водосборов Навли и Неруссы преобладающее количество прудов относится к небольшим (до 3—5 га), а в Курской и Орловской областях пруды площадью менее 1 га вообще не приняты облводхозами на учет, то приведенные в табл. 3 площади зон подпора, составляющие 9,3 % площади водосбора Навли и 25,2 % водосбора Неруссы, можно считать близкими к действительным. В связи с тем что изучаемые пруды значительно различаются по параметрам, дополнительно рассчитаны зоны влияния при группировке прудов по размерам: 0,3—5,0 га; 5,1 — 50 и больше 50 га.

Выполненный анализ показал, что потери водных ресурсов на дополнительное испарение и фильтрацию из прудов незначительны. В то же время пруды регулируют режим водотоков, увлажняют окружающие территории и час-

Табл. 3. Определение зон подпора грунтовых вод прудами

По водосборам	р. Навля — устье	р. Нерусса — устье
Общая площадь прудов, км ²	1,20	17,08
Количество прудов	23	117
Площадь среднего пруда, км ²	0,052	0,146
Радиус круга, равновеликого пруду, км	0,129	0,216
Ширина зоны подпора от среднего пруда, км	2,10	2,20
Площадь подпора от среднего пруда, км ²	10,36	12,12
Площадь подпора от всех прудов, км ²	238,3	1418,0
В % площади водосбора	9,3	25,2

точно восполняют запасы грунтовых вод. Создание искусственных водоемов комплексного назначения следует считать важным мероприятием по улучшению водного режима в водосборах Навли, Неруссы и других притоков Десны.

Л и т е р а т у р а

1. Цы к а л о Н.П. Об изменении водности рек ЦЧО и Брянской области // Сборник работ Курской гидрометеорологической обсерватории. — Л., 1968. — С. 3—15.
2. Б у л а в к о А.Г. Определение расчетного испарения с водохранилищ Белоруссии // Мелиорация и водное хозяйство: НТИ Минводхоза БССР. — 1979. — № 8. — С. 16—19.
3. И о д о А.А. Влияние водохранилищ на ресурсы поверхностных вод Белоруссии // Влияние хозяйственной деятельности на водный режим. — М., 1982. — С. 15—19.
4. З а п о л ь с к и й И.А. Влияние прудов и водохранилищ на зарегулированность и потери стока р. Десны // Мелиорация земель Полесья и охрана окружающей среды. — Киев, 1978. — С. 141—144.
5. Ресурсы поверхностных вод СССР. — Л., 1971. — Т. 6, вып. 2. — 433 с.
6. И в а н о в А.Н., Н е г о в с к а я Т.А. Гидрология и регулирование стока. — М., 1970. — 284 с.
7. Б и н д е м а н Н.Н. Гидрогеологические расчеты подпора грунтовых вод и фильтрации из водохранилищ. — М., 1951. — 71 с.
8. В е р и г и н Н.Н. Движение грунтовых вод вблизи водохранилищ, каналов, подпертых бьефов и методы расчета подпора и потерь на фильтрацию. // Тр. Ин-та ВОДГЕО. — М., 1958. — С. 205—252.
9. Методические рекомендации по расчетам подпора грунтовых вод, подтопления земель и потерь воды на фильтрацию в районах каналов и водохранилищ. — М., 1980. — 42 с.
10. Я н к о в с к и й К.Ф. Изменение глубины залегания грунтовых вод в связи с водохозяйственными мероприятиями // Проблемы Полесья, 1987. — Вып. 11. — С. 222—227.
11. Л а в р о в А.П. Структура грунтового стока в условиях зоны избыточного увлажнения (Полесье) // Тр. Ин-та геолог. наук АН БССР. — Минск, 1961. — Вып. III. — С. 198—218.

УДК 556.16.048 (476)

А.А. ВОЛЧЕК (ЦНИИКИВР),
Г.В. ФОЛИТАР (БИСИ)

ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ ФУНКЦИИ СТОКА РЕК БЕЛОРУССИИ

При проектировании водохозяйственных объектов часто требуется располагать расчетными характеристиками речного стока при полном отсутствии данных наблюдений. В связи с этим возникает необходимость определения стоковых характеристик неизученных рек на основании таких данных на опорной сети. Перспективным в этом отношении является метод оптимальной пространственной интерполяции [1]. Однако здесь возникают трудности при определении пространственных корреляционных функций.

Нами выполнено исследование пространственной структуры поля стока.

Обычно пространственную корреляционную функцию речного стока представляют в зависимости от расстояния между центрами тяжести речных водосборов. Дело в том, что с увеличением расстояния между центрами тяжести водосборов значения коэффициентов парной корреляции уменьшаются [2—4]. Независимо от природных условий корреляция между годовым стоком для