

## КОМПЛЕКСНАЯ ГЕОГРАФО-ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ АДМИНИСТРАТИВНОГО СУБЪЕКТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В. А. Дмитриева

*Воронежский государственный университет, Россия*

*Поступила в редакцию 21 марта 2013 г.*

**Аннотация:** Впервые предлагается комплексная географо-гидрологическая оценка водных ресурсов административного субъекта РФ, включающая полный набор всех запасов поверхностных и подземных вод. Оценка базируется на сочетании бассейнового и административного принципа при условии несовпадения границ речного бассейна и административной территории.

**Ключевые слова:** водные ресурсы, речной сток, водный фонд.

**Abstract:** First time it is suggested a comprehensive geographical and hydrological assessment of water resources in administrative unit of the Russian Federation including the full reserves of surface water and ground water. The assessment is based on the mix of the basin principle and administrative principle but provided by the mismatch of the territory of the river basin and administrative territory.

**Key words:** water resources, river flow, water fund.

В современных экономических условиях России наиболее высокая нагрузка на воды местного формирования, характеризуемая коэффициентом использования водных ресурсов, отмечается в Южном (27,8%) и Центральном (9,6%) федеральных округах [3], что актуализирует исследования по оценке водных ресурсов в территориальных единицах данных округов. Ключевой проблемой является оценка водных ресурсов в условиях несовпадения территории административного субъекта с площадью речного бассейна.

Местные водные ресурсы, формирующиеся на территории субъекта РФ, могут существенно отличаться от суммарных, рассчитываемых с учетом водоносности транзитных рек. Возникают проблемы оценки водных ресурсов, которыми в целях водопользования может располагать каждый административный субъект, исходя из суммарного годового объема водных ресурсов, а также в отдельные календарные сезоны и месяцы года, не нанося социально-экономического ущерба остальным субъектам и сохраняя объект водопользования в надлежащем гидроэкологическом состоянии.

Успешная реализация ряда государственных программ, намеченных на ближайшую перспективу [2, 6, 7, 12, 13], по социально-экономическому

подъему жизненного уровня населения РФ и ее административных субъектов, важнейших отраслей хозяйства возможна, в том числе, при комплексной географо-гидрологической оценке состояния водных ресурсов России и ее субъектов.

Водные ресурсы принято исследовать, в основном, с двух позиций: как годовой речной сток, являющийся главной мерой водных ресурсов, и как запасы воды в водных объектах на какой-либо территории или в речном бассейне. Современные сведения о стоке и водных ресурсах приведены в монографическом издании «Водные ресурсы России и их использование» (2008).

Анализ публикаций по оценке водных ресурсов показал, что при крупных территориальных обобщениях оценка водных ресурсов отдельных административных единиц (краев, областей и т.д.) в высокой степени генерализована, выполнена с опорой на главные водные объекты и не дает полного представления об изменчивости количественных и качественных показателей водных ресурсов. В практических оценках водных ресурсов обычно не учитываются или недостаточно учитываются специфические условия формирования вод, не выделяются приоритетные и второстепенные природные и антропогенные факторы. Примеры комплексной географо-гидрологической оценки водных ресурсов субъектов РФ, включающей все виды

водных ресурсов, характерных для конкретного административного субъекта, отсутствуют.

Региональные исследования и расчеты водных ресурсов Воронежской области, выполненные в разные годы (К. П. Воскресенский, 1948, 1951; В. А. Дмитриева, 1989; В. Н. Жердев, С. Д. Дегтярев, 1999; Карты стока реке и временных водотоков, 1975; Расчеты стока рек и временных водотоков, 1979; Картирование вероятностного стока, 1987; Курдов, 1995, и др.), не отображают современные тенденции в климате и хозяйственном использовании запасов воды, экологическое состояние водных объектов и требуют уточнения. В данной работе количественная оценка водных ресурсов выполняется с учетом специфической роли каждого природного фактора формирования водных ресурсов на рассматриваемой территории на основе бассейнового подхода, а в совокупности с детализацией воздействия антропогенного фактора дает объективную картину современного состояния водных ресурсов.

Базовый субъект исследования – Воронежская область. Она характеризуется низкой природной водообеспеченностью, напряженным водохозяйственным балансом, но при этом играет заметную роль не только в экономике ЦФО, но и России. Коэффициент использования водных ресурсов Дона – один из самых высоких в стране. Область является одним из 15 субъектов, размещающихся в Донском бассейне, претендующих на донскую воду и привносящих изменения в гидроэкологическое состояние главной водной артерии.

Фундаментальную основу комплексной географо-гидрологической оценки водных ресурсов представляют базовые сведения о запасах вод, сосредоточенных в наземных водных объектах и подземных водоносных горизонтах, представляющих единый водный фонд. Их дополняют количественные показатели объемов воды в почво-грунтах, отражающие взаимосвязь атмосферной влаги и грунтовых вод. При этом атмосферная влага выступает как потенциальный водный ресурс, дающий начало всем водам на земной поверхности и в ее недрах.

Для Воронежской области важнейшими базовыми сведениями являются ресурсы атмосферной влаги, поверхностного склонового стока, почвенных вод, подземных вод, водоемов, речного стока. Названные виды водных ресурсов характерны для областей ЦЧР и административных субъектов ЦФО, находящихся в аналогичных природных условиях лесостепи и степи.

Атмосферные осадки – основной источник питания рек, создания ресурсов поверхностного склонового и руслового стока, почвенной влаги, подземных вод и водоемов. Талые снеговые воды и небольшие осенние дождевые осадки пополняют запасы воды в водных объектах области, а дождевые летние затрачиваются, преимущественно, на испарение. Изменчивость атмосферных осадков во времени и пространстве предопределяет изменчивость речного стока. В современный период увеличение осадков осени способствует повышению стока осенне-зимней межени. Увеличение доли жидких осадков в безморозный период создает благоприятные условия для роста суммарного испарения и подземной составляющей речного стока.

Оценка *ресурсов атмосферных осадков* выполнена по карте слоя атмосферных осадков, составленной автором для Воронежской области и прилегающих смежных областей.

В величину полного речного стока входит *поверхностный склоновый сток*. Его формирование зависит от природных (осадки, почвы, рельеф, экспозиция склонов и др.) и антропогенных (характер хозяйственного использования поверхности водосбора) факторов. Большая часть склонового стока образуется в процессе снеготаяния в весенний период. По исследованиям [17], вклад склонового стока в формирование речного стока в период половодья может составлять 50-80 %, а в годовой – 30-40 %. Ведущую роль в его образовании играют снегозапасы на склонах речных долин. В соответствии с общим увлажнением средняя величина снегозапасов на склонах Центрального Черноземья убывает с северо-запада на юго-восток и составляет 80-40 мм [14]. Под влиянием климатических изменений величина склонового стока в современный период уменьшается, и доля его в годовой величине стока становится менее значимой [17]. Действительно, вследствие внутригодового перераспределения сезонного стока доля весеннего стока в бассейне Дона не превышает в настоящее время 61 %. Крайнее нижнее значение доли весеннего стока составляет 38 % и относится к рекам Черная Калитва, Россошь, Тихая Сосна [18, 19]. Вероятно, сокращается величина поверхностного склонового стока и, как следствие, происходит сокращение весеннего стока. Оценка ресурсов поверхностного склонового стока выполнена автором с учетом исследований [14, 16, 17].

Для приближенной оценки *ресурсов почвенных вод* рекомендуется величина годового суммарного испарения с исследуемой поверхности [1]. В

данном конкретном случае более правомерно рассмотреть среднюю величину суммарного испарения для современного периода и принять ее в качестве меры ресурсов почвенных вод. Подобное утверждение мотивируется тем, что при существующих изменившихся климатических условиях испарение безморозного периода вследствие удлинения последнего приближается к годовой величине. В пользу данного предположения говорит и то, что продолжительность залегания снежного покрова сократилась, глубина промерзания почвы уменьшилась. Следовательно, период, благоприятный для испарения, объективно увеличился.

Объем *почвенных* вод оценивается по авторской карте слоя суммарного испарения с поверхности Воронежской области, а картографируемая характеристика слоя испарения рассчитана по методу А. Р. Константинова (1968) на основе сведений о среднегодовых значениях температуры и влажности воздуха.

*Подземные воды* являются частью общих водных ресурсов и определяющим ресурсом поверхностных вод в меженный период, который на реках области длится 9-10,5 месяцев в году. Оценка запасов подземных вод, гидравлически связанных с поверхностными речными водами, выполнена по карте модуля годового стока подземных вод, составленной и описанной А. Я. Смирновой и др. [15].

В *водоемах* естественного и искусственного происхождения сосредоточены статические запасы воды, возобновление которых в процессе круговорота воды в природе происходит замедленно. Гидрологическая роль озер и болот на территории области мала в силу их небольшой площади. С большей долей определенности влияния на сток можно говорить о прудах и водохранилищах антропогенного происхождения. Цифровые сведения по прудам являются приближенными, поскольку большинство из прудов – малые водоемы, построенные хозяйственным способом без оформления соответствующей документации, и в данном расчете не учитываются. Принимая во внимание, что число прудов с малым объемом непостоянно и точно определить их количество нелегко, за основу приняты более значительные пруды и водохранилища с полным объемом каждый свыше 30 тысяч куб. м. Таких больших водоемов насчитывается свыше одной тысячи. Из них только водохранилищ 155.

Но и в отношении их имеются разногласия в оценке водных ресурсов. По расчетам [8], объем вод, аккумулированных в искусственных объектах,

составляет 765 млн м<sup>3</sup>. Если учесть, что объем речной воды в низкую межень в среднем равен 464 млн м<sup>3</sup>, то аккумулированный полезный объем в водоемах почти в 2 раза выше, чем средние естественные ресурсы речных вод в меженный период [9]. В водных ресурсах учитывается объем Воронежского водохранилища, который при нормальном подпорном уровне 93,0 м (абс.) составляет 204 млн м<sup>3</sup>. По данным [11], объем прудовой воды Воронежской области оценивается величиной 302,7 млн м<sup>3</sup>.

*Водные ресурсы речного стока* Воронежской области складываются из местных водных ресурсов, формирующихся на собственной территории, и вод, поступающих с сопредельных территорий, и представляют суммарные водные ресурсы. Приток вод в область осуществляется по речным системам Дона, Воронежа и Битюга из Липецкой области; Хопра из Саратовской области; Савалы из Тамбовской области; небольшой приток вод по Ведуге из Курской области; по Потудани, Тихой Сосне и Черной Калитве из Белгородской области. Наиболее значимый отток вод происходит в Ростовскую область по Дону, Волгоградскую – по Хопру, Белой в Украину. Разница между притоком вод в область и оттоком из нее представляет территориальные водные ресурсы административного субъекта.

Расчет водных ресурсов притока и оттока объемов воды на входных и выходных створах выполнен балансовым методом, согласно методике, разработанной в ГГИ [2, 10], на остальной территории – по картам изолиний слоя годового стока, составленной автором. Для расчета водных ресурсов по методике ГГИ были выбраны контрольные створы на наиболее крупных водотоках, пересекающих границу области, (Дон, Воронеж, Битюг, Тихая Сосна, Черная Калитва, Потудань и др., а также Хопер с притоками Ворона, Савала, Карачан и др.).

Расчет стока до контрольного створа произведен с учетом весового коэффициента, который представляет собой отношение площади водосбора контрольного створа к площади до опорного стокowego пункта [10]. Среднее многолетнее значение стока в опорном пункте умножается на весовой коэффициент.

*Суммарные возобновляемые водные ресурсы* Воронежской области складываются из местных водных ресурсов, формирующихся на собственной территории, без учета безвозвратного водопотребления, и речных вод, притекающих с сопредель-

Объемы притока и оттока речных вод по периметру Воронежской области

Название реки	Приток	
	км <sup>3</sup>	мм
Дон	4,22	128
Воронеж	1,78	110
Ведуга	0,022	134
Потудань	0,047	109
Тихая Сосна	0,10	93
Черная Калитва	0,082	77
Усмань	0,05	94
Излегоща	0,025	100
Эртиль	0,022	90
Битюг	0,15	87
Токай	0,022	81
Хопер	1,67	86
Ворона	0,58	98
Савала	0,14	78
Карачан	0,027	71
<i>Всего</i>	<i>8,94</i>	
	Отток	
	км <sup>3</sup>	мм
Дон	9,43	100
Хопер	3,29	101
Белая	0,028	53
<i>Всего</i>	<i>12,75</i>	

ных территорий, за вычетом безвозвратных потерь. Разница между притоком и оттоком вод представляет территориальные водные ресурсы. Исходя из этого,

$$W = W_m - W_{б.п.} + (W_{пр.} - W_{б.п.пр.}), \quad (1)$$

где  $W$  и  $W_m$  – суммарные и местные водные ресурсы;  $W_{пр.}$  – объем притока с сопредельной территории;  $W_{б.п.пр.}$  – объемы безвозвратных потерь притока, которые, в свою очередь рассчитываются по формуле:

$$W_{б.п.пр.} = K W_{пр.}, \quad (2)$$

где  $K$  – отношение объема безвозвратного водопотребления к объему местного стока (определяется в долях от единицы и учитывает уменьшение стока под влиянием хозяйственных мероприятий).

Коэффициент безвозвратных потерь  $K$  для смежных областей принят равным его величине для Воронежской области, исходя из условий совпадения характера хозяйственной деятельности. Местный сток для всей области, без учета безвозвратных потерь, равен 3,81 км<sup>3</sup>. Приток вод в область за вычетом безвозвратных потерь составляет 8,94 км<sup>3</sup>. Объем безвозвратных потерь на территории области в средний по водности год равен

0,20 км<sup>3</sup>. Отток вод из региона равняется 12,75 км<sup>3</sup> и осуществляется в Ростовскую область по Дону, Волгоградскую область по Хопру, на территорию Украины по р. Белой. Суммарные водные ресурсы, с учетом притока с сопредельных территорий, оцениваются величиной 12,75 км<sup>3</sup> [4]. Приток и отток вод рассчитаны автором по рекам с наиболее значительным вкладом в водные ресурсы области и приведены в таблице 1.

Авторская оценка водных ресурсов Воронежской области представляет комплексную географо-гидрологическую оценку. В ней интегрируются количественные величины ресурсов атмосферных осадков, поверхностного склонового стока, почвенных вод, подземных вод, речного стока местного формирования и суммарные с учетом транзитных и трансграничных вод, ресурсы водоемов (таблица 2).

Ресурсы почвенных вод, рассчитанные балансовым способом, представляют разность величины атмосферных осадков  $P = 528$  мм и стока  $Y = 69$  мм и равны 459 мм, или 24,0 км<sup>3</sup>. Разница расчета слоя испарения по методу А. Р. Константинова и балансового метода составляет 54 мм,

## Водные ресурсы Воронежской области

№ п/п	Вид водных ресурсов	Объем	
		мм	км <sup>3</sup>
1	Атмосферные осадки	528	27,7
2	Ресурсы поверхностного склонового стока (без учета стока с площади гидрографической сети)	28	1,45
3	Ресурсы почвенных вод (по методу А.Р. Константинова) Ресурсы почвенных вод балансовым методом	405	21,2
		459	24,0
4	Ресурсы подземных вод	21	1,11
5	Ресурсы местного речного стока Ресурсы суммарного речного стока	69	3,62
		243	12,75
6	Ресурсы водоемов	15	0,765

что немного более систематической погрешности метода.

Таким образом, водные ресурсы Воронежской области являются функцией совместного проявления природных и антропогенных факторов. Сток, образующийся в местной русловой сети, в 2,5-3 раза меньше стока, поступающего извне. Водные ресурсы Воронежской области, полученные балансовым методом и по карте изолиний слоя стока за период наблюдений, дали близкие результаты. Объем годового стока, равный 3,62 км<sup>3</sup>, можно принять за базовую характеристику в текущих и прогностических расчетах. Суммарные водные ресурсы Воронежской области составляют 12,75 км<sup>3</sup>, в пересчете на слой стока – 69 мм.

Итак, полученные результаты дают представление обо всех видах водных ресурсов, характерных для Воронежской области. Несмотря на отмеченные методические трудности современной оценки водных ресурсов, опыт комплексной географо-гидрологической оценки может быть рекомендован для других административных субъектов РФ, располагающихся в аналогичных природных условиях с сопоставимым уровнем использования водных ресурсов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Будаговский А. И. Методы оценки параметров моделей испарения почвенных вод / А. И. Будаговский // Водные ресурсы. – 1986. – № 6. – С. 3-15.
2. Водная стратегия Российской Федерации на период до 2020 года : утв. распоряжением правительства РФ от 27 авг. 2009 г. – № 1235-р. – 37 с.
3. Водные ресурсы СССР и их использование. – Л. : Гидрометеоздат, 1987. – 302 с.
4. Дмитриева В. А. Водные ресурсы в бассейне верхнего и среднего Дона в современный климатический

и хозяйственный период / В. А. Дмитриева // Изв. РАН. Сер. географическая. – 2011. – № 5. – С. 75-85.

5. Константинов А. Р. Испарение в природе / А. Р. Константинов. – Л. : Гидрометеоздат, 1968. – 532 с.

6. Концепция долгосрочного социально-экономического развития РФ на период до 2020 год : утв. распоряжением Правительства РФ от 17 ноября 2008 г. – № 1662-р. – 151 с.

7. Концепция совершенствования региональной политики в Российской Федерации. Проект. – М., 2011. – 81 с.

8. Курдов А. Г. К определению составляющих водного и водохозяйственного баланса Центрального Черноземья / А. Г. Курдов, В. А. Дмитриева // Регион и география : тез. докл. междунар. науч.-практ. конф., май 1995, г. Пермь. – Пермь, 1995. – Ч. 3. – С. 8-11.

9. Курдов А. Г. О прудах и водохранилищах как водных антропогенных комплексах / А. Г. Курдов, В. А. Дмитриева // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. География. Геоэкология. – 2000. – № 4. – С. 156-159.

10. Методические основы расчета водных ресурсов и водного баланса территории СССР // Труды ГГИ. Вопросы расчет стока и водного баланса. – Л. : Гидрометеоздат, 1977. – С. 11-22.

11. Мишон В. М. Пруды Центрального Черноземья: (фонд, регулирование местного стока, водные ресурсы) / В. М. Мишон. – Воронеж : Воронеж. гос. ун-т, 2003. – 90 с. – (Сер. Биосфера; Вып. 1).

12. О стратегии социально-экономического развития Воронежской области на долгосрочную перспективу. Принято областной Думой 23 июня 2010 г. – 438 с.

13. Основные направления деятельности Правительства РФ на период до 2020 года : утв. распоряжением Правительства РФ от 17 ноября 2008 г. – № 1663-р. – 54 с.

14. Рязанцев В. К. Формирование половодья на малых равнинных водотоках / В. К. Рязанцев, В. Н. Жердев. – Воронеж : Изд-во Воронеж. ун-та, 1991. – 184 с.

15. Смирнова А. Я. Ресурсная функция зоны интенсивного водообмена гидrolитосферы юго-восточного склона воронежской антеклизы / А. Я. Смирнова, Н. И. Позднякова, А. А. Барабанов // Экологическая экология: теория, практика и региональные проблемы : материалы 2 междунар. конф., 4-6 окт. 2011 г., г. Воронеж. – Воронеж : «Компир» Центр документации, 2011. – С. 41-44.

16. Степи Русской равнины / под ред. С. В. Зонна, Е. П. Чернышева. – М. : Наука, 1994. – С. 68-92.

17. Ясинский С. В. Реакция поверхностного склонового стока на изменения климата / С. В. Ясинский //

VI Всероссийский гидрологический съезд : тез. докл., 28 сент.-1 окт. 2004 г., СПб. – СПб., 2004. – С. 236-237.

18. Dmitrieva V.. Intraannual and Multiyear Dynamics of Seasonal River Runoff / V. A Dmitrieva // Arid Ecosystems. – 2011. Vol. 1, No. 2. – P. 87-94.

19. Dmitrieva V. A. Change in the River Network and Water Resources in the Upper and Middle Reaches of the Don River Due to Current Climatic and Economic Conditions / V. A. Dmitrieva // Arid Ecosystems. – 2011. – Vol. 1, No. 3. – P. 193-199.

Дмитриева Вера Александровна

доктор географических наук, доцент кафедры природопользования факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета, г. Воронеж, т. 8-920-228-37-71; E-mail: [verba47@list.ru](mailto:verba47@list.ru)

Dmitriyeva Vera Alexandrovna

Doctor of Geography, Associate Professor of the chair of management of nature, department of geography, geoecology and tourism, Voronezh State University, Voronezh, tel. 8-920-228-37-71; E-mail: [verba47@list.ru](mailto:verba47@list.ru)