

# ПРОГНОЗНЫЕ РЕСУРСЫ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЗОНЫ АКТИВНОГО ВОДООБМЕНА С УЧЕТОМ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОТБОРА НА РЕЧНОЙ СТОК И ВОЗМОЖНОСТИ ИСКУССТВЕННОГО ПОПОЛНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОМ РЕГИОНЕ

В. М. Смольянинов

*Воронежский государственный педагогический университет*

Поступила в редакцию 24 февраля 2014 г.

**Аннотация:** в регионах с тесной гидравлической связью подземных вод с речным стоком оценку их прогнозных ресурсов следует проводить с учетом допустимого водоотбора, т.е. оставлять в реках минимальные меженные расходы – ненарушаемые ресурсы. При дефиците водных ресурсов следует использовать искусственное пополнение подземных вод, их подпитывание: локальное – около подземных водозаборов, площадное – на площади питания основных водоносных горизонтов для создания «подземных водохранилищ». Уточнение величины прогнозных ресурсов подземных вод проводилось в Центрально-Черноземном регионе, где допустимый водоотбор может составлять лишь 51 % подземного стока, а при искусственном пополнении основных водоносных горизонтов водами весеннего стока возможно его увеличение до 4,3 км<sup>3</sup>, при среднем модуле отбора 0,71 дм<sup>3</sup>/с/км<sup>2</sup>.

**Ключевые слова:** прогнозные ресурсы подземных вод, ненарушаемые ресурсы, допустимый водоотбор, весенний и летне-осенний сток рек, искусственное пополнение подземных вод.

**Abstract:** in regions with close hydraulic connection of underground waters with a stream flow, evaluation of their inferred resources should be carried out taking into account admissible water extraction in rivers, i.e. leaving lowest dry-weather discharge, unbroken resources in particular. It is necessary to use the artificial replenishment of underground waters, when having lack of water resources, i.e. their recharge: local – near underground water supply, areal – on feeding area of basal water for creation of “underground reservoirs”. Specification of the data of underground water inferred resources has been made in the Central Black Earth Region, where the admissible water extraction can comprise only 51 % of subsurface runoff, and its increase is possible to 4,3 km<sup>3</sup> when using artificial replenishment of basal water with waters of spring runoff, at the average modulus of extraction 0,71 dm<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup>.

**Key words:** inferred resources of underground waters, unbroken resources, admissible water extraction, spring, summer and autumn rivers' runoff, artificial replenishment of underground waters.

В регионах, где основным источником хозяйственного водоснабжения являются подземные воды зоны активного водообмена, гидравлически тесно связанные с речным стоком, интенсивный водоотбор может вызывать сокращение речного стока, а также истощение ресурсов основных водоносных горизонтов. Поэтому отбор подземных вод здесь следует ограничить в связи с необходимостью оставлять в реках некоторые объемы воды как *ненарушаемые ресурсы*, а минимальную *ненарушаемую часть речного стока* рассматривать как элемент природного ландшафта, обеспечивающий нормальное функционирование экосистем русла и поймы. В этих условиях оценку прогнозных ресурсов этих вод необходимо проводить с учетом воздействия отбора на речной сток и возможности искусственного их пополнения поверхностными водами.

Понятие о ненарушаемых водных ресурсах введено в гидрологическую науку С. Л. Вендровым и И. М. Шаховым, которые определили, что в период весеннего половодья эти ресурсы должны обеспечивать промывку русла, перенос наносов, удаление мусора и восстановление гидравлической связи поверхностных и подземных вод, а в меженный период, кроме того, препятствовать зарастанию водной поверхности растительностью [1, 2]. Как считают В. Н. Дерябин и И. М. Ширяка, при оценке допустимого сокращения речного стока лучше всего использовать такие значения его характеристик, которые не приводят к истощению поверхностных и гидравлически связанных с ними подземных вод, а также обеспечивают естественное перемещение наносов [3].

Таким образом, в период межени определение минимальных расходов воды в реке должно основываться на поддержании незаияющих и незарастающих скоростей [1, 2]. Эти скорости, по данным Р. А. Нежиховского, для равнинных рек обычно со-

ставляют 0,2–0,3 м/с [4]. Наблюдения на гидрологических постах Центрально-Черноземного региона показывают, что такие скорости бывают при минимальном среднемесячном расходе в период летней межени в годы 95%-ной обеспеченности [5]. Эта гидрологическая характеристика, как мы считаем, и должна быть взята в качестве *минимального ненарушаемого расхода в период низкого стока* [6–8]. Этим расходом, в свою очередь, определяются в регионе величина *ненарушаемых ресурсов подземных вод* и объем *допустимого отбора* из водоносных горизонтов зоны активного водообмена [8].

В настоящее время в регионах с ограниченными ресурсами подземных вод и интенсивным их отбором могут возникать проблемы с водоснабжением. В этом случае применяют *методы искусственного пополнения подземных вод*, которые сейчас широко используются в мировой практике [8–12]. При этом производится *локальное подпитывание* водоносного горизонта около подземного водозабора для увеличения его производительности (ФРГ, Швеция, США, Франция и др.) или проводятся водорегулирующие мероприятия на площади питания водоносного горизонта для создания «подземных водохранилищ» (Англия, США, Австралия и др.). В России для районов с ограниченным количеством водных ресурсов и неблагоприятными условиями создания прудов разработаны и апробированы схемы водозаборов с искусственным пополнением подземных вод для орошения земель (Центрально-Черноземный регион), которые включают в себя фильтрующие водоемы, построенные в балках, водозаборные скважины, перехватывающие инфильтрационные воды и регулирующие пруды-накопители [11].

Для получения дополнительных водных ресурсов в результате пополнения верхних горизонтов подземных вод необходимо:

1. *Наличие источников пополнения*, которыми могут быть паводковые, речные и озерные воды, а в некоторых случаях – промышленные стоки.

2. *Удовлетворительное качество воды*, поступающей на инфильтрацию: до 10 мг/л взвешенного в воде материала; малое содержание натрия и железа.

3. *Благоприятные геологические условия*: мощность зоны аэрации составляет не менее 8–10 м (в некоторых случаях до 20 м); литологический состав зоны аэрации отличается однородностью пород и физико-механическим составом, обеспечивающим хорошую поглощающую способность; коэффициенты фильтрации пород зоны аэрации превышают 0,5 м/сут.

4. *Благоприятные гидрогеологические условия*: большая мощность и хорошие фильтрационные свойства пород водоносного горизонта.

Одним из типичных районов, характеризующихся тесной гидравлической связью основных горизонтов подземных вод с реками, а также ограниченностью их ресурсов и интенсивным отбором подземных вод на хозяйственные нужды, является *Центрально-Черноземный регион*. В его состав входят Белгородская, Воронежская, Курская, Липецкая, Орловская и Тамбовская области, общая площадь которых составляет 192,4 тыс. км<sup>2</sup>. Ресурсы подземных вод в этом регионе формируются в условиях сложившегося водного баланса. Атмосферные осадки в средние по водности годы здесь составляют 122 км<sup>2</sup>; местный сток – 20,12 км<sup>2</sup>, в том числе поверхностный – 14,43, подземный – 5,69; испарение – 101,8 км<sup>2</sup> [13]. Условия формирования водных ресурсов в разных частях региона неодинаковы: коэффициент стока в Орловской и Курской областях – 0,19 и 0,20 дм<sup>3</sup>/с/км<sup>2</sup>, в Воронежской и Белгородской – 0,12 и 0,16 (табл. 1) [13].

Таблица 1

Водный баланс в областях Центрально-Черноземного региона, км<sup>3</sup>

Области	Площадь, км <sup>2</sup>	Осадки	Сток рек*			Испарение	Инфильтрация	Коэффициент стока, дм <sup>3</sup> /с/км <sup>2</sup>
			А	В	У			
Липецкая	24,1	15,2	2,55	1,12	1,43	12,6	14,1	0,17
Воронежская	52,4	31,4	3,75	2,77	0,98	27,6	28,6	0,12
Тамбовская	34,3	21,4	3,78	2,89	0,89	17,7	18,5	0,18
Орловская	24,7	17,0	3,47	2,23	1,24	13,5	14,8	0,20
Курская	29,8	20,1	3,88	3,25	0,63	16,2	16,8	0,19
Белгородская	27,1	16,8	2,73	2,21	0,52	14,1	14,6	0,16
<b>По региону</b>	<b>192,4</b>	<b>122,0</b>	<b>20,17</b>	<b>14,43</b>	<b>5,69</b>	<b>101,8</b>	<b>107,4</b>	<b>0,17</b>

\*Примечание: А – суммарный речной сток; В – поверхностный сток; У – подземный сток.

Это объясняется, прежде всего, неодинаковым количеством атмосферных осадков, выпадающих в разных частях региона: на северо-западе – 750 мм, юго-востоке – 450 мм, а также разной водопроницаемостью рельефообразующих пород. На северо-западе региона ими являются верхнедевонские известняки, выходящие на поверхность по склонам долин и балок. Покровные суглинки здесь имеют небольшую мощность, и вся балочная сеть сформирована в известняках, а водоразделы сложены юрскими и верхнемеловыми песками и глинами. Южнее, в центре Среднерусской возвышенности, в строении рельефа принимают участие сеноманские, альбские и аптские пески и глины, залегающие на отложениях юрского возраста. На юге региона, на южных склонах Среднерусской возвышенности, основную роль в рельефе играют мел и мергели верхнемелового возраста, обнажающиеся в оврагах и по склонам долин и балок, а водоразделы сложены песками и глинами палеогена, покровными суглинками. На Калачской возвышенности кроме меловых пород распространены пески, глины каменноугольного возраста и средне-верхнедевонские песчаники. Большая часть Окско-Донской низменности покрыта чехлом ледниковых суглинков мощностью до 60 м. Вдоль западной гра-

ницы этой низменности прослеживается полоса песчаных террас Дона и Воронежа, где прямо на поверхности залегают четвертичные древнеаллювиальные и флювиогляциальные пески [14].

Наибольшая водопроницаемость отмечается у верхнедевонских известняков (коэффициенты фильтрации от 10 до 250 м/сут), мела и мергелей верхнемелового возраста (1–40), аптских песков (10–100), четвертичных и палеогеновых песков (2–6). Покровные суглинки на севере Среднерусской возвышенности имеют коэффициенты фильтрации 1–2 м/сут в центральной части – 0,1–1,0, а на юге – 0,1–3,0 м/сут. Ледниковые суглинки на Калачской возвышенности водопроницаемы, их коэффициенты фильтрации – 0,1–2,0 м/сут, а на площади Окско-Донской низменности они практически водонепроницаемы с коэффициентами менее 0,01 м/сут. Водоупорными являются глины четвертичного, палеогенового, мелового, каменноугольного и верхнедевонского возраста [14].

В регионе имеются следующие основные горизонты подземных вод: неоген-четвертичный, верхнемеловой, сеноман-альбский, альбский, сеноман-альб-аптский, юрско-девонский, каменноугольный, верхнедевонский и верхнесреднедевонский (рис. 1) [8].

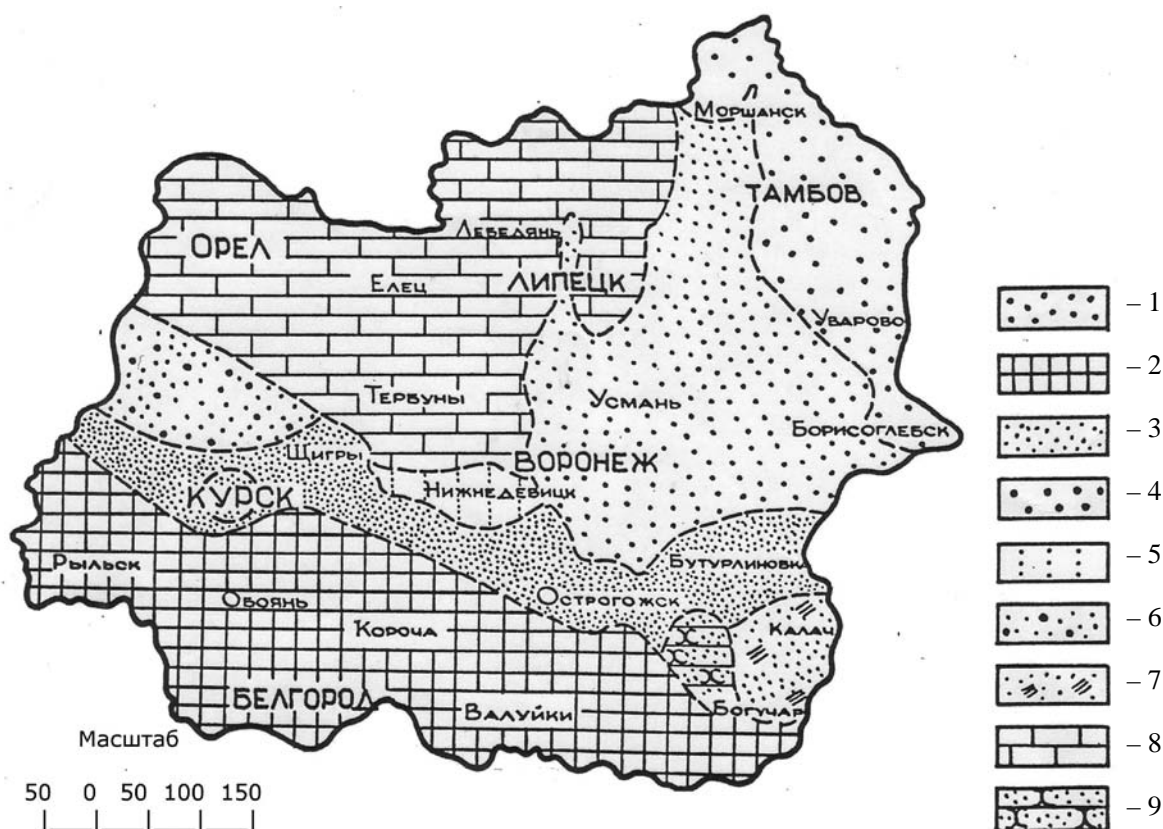


Рис. 1. Горизонты подземных вод в областях Центрально-Черноземного региона: 1 – неоген-четвертичный; 2 – верхнемеловой, 3 – сеноман-альбский, 4 – альбский, 5 – сеноман-альб-аптский; 6 – юрско-девонский; 7 – каменноугольный; 8 – верхнедевонский; 9 – верхнесреднедевонский

Это горизонты, находящиеся в зоне активного водообмена – до глубины 100–120 м, включающей в себя безнапорные грунтовые воды. Глубина залегания их в долинах рек и крупных балках составляет 5–10 м, а на водоразделах 30 и даже 50 м. Белгородским, Во-

ронезским, Липецким, Курским, Орловским и Тамбовским центрами мониторинга геологической среды к настоящему времени проведена оценка эксплуатационных ресурсов подземных вод, однако без учета их воздействия на речной водосбор (табл. 2).

Таблица 2

*Характеристика основных водоносных горизонтов Центрально-Черноземного региона*

Водоносные горизонты: основные, второстепенные	Площадь тыс. км <sup>2</sup>	Водовмещающие породы	Мощность основного водоносного горизонта, м	Удельные дебиты скважин, м <sup>3</sup> /ч	Прогнозные эксплуатационные ресурсы*, дм <sup>3</sup> /с/км <sup>2</sup>
Неоген-четвертичный, сеноман-альбский	39,6	Пески	10–40	0,1–30,0	0,83
Верхнемеловой, сеноман-альбский	35,1	Мел, мергели Пески	10–120	0,1–10,0	0,68
Сеноман-альбский, верхнедевонский	26,5	Пески Известняки	5–30	1,0–4,0	0,62
Альбский, верхнедевонский	16,6	Пески Известняки	20–60	0,5–1,5	0,81
Сеноман-альб-аптский, верхнедевонский	3,4	Пески Известняки	10–45	0,5–12,0	0,77
Юрско-девонский, сеноман-альбский	8,7	Пески Известняки	20–70	3,5–15,0	0,72
Каменноугольный, верхнемеловой	2,6	Пески мел	20–90	0,5–20,0	0,60
Верхнедевонский, сеноман-альбский	50,1	Известняки Пески	50–120	0,1–15,0	1,39
Верхнесреднедевонский, сеноман-альбский	9,8	Песчаники Пески	2–10	1,0–4,0	0,72
<b>Всего</b>	<b>192,4</b>				<b>7,14</b>

\* *Примечание:* По данным Белгородского, Воронежского, Липецкого, Курского, Орловского, Тамбовского центров мониторинга геологической среды, приведены без учета воздействия на речной сток [8].

Для определения допустимого отбора подземных вод, а также возможности искусственного пополнения основных водоносных горизонтов в характеризуемом регионе нами были произведены гидрологические исследования на 96 водосборах малых и средних рек, с использованием материалов наблюдений на гидрологических постах Центрально-Черноземного региона и информации о гидрологических, гидрогеологических и геоморфологических условиях этого региона. Для каждого речного водосбора при этом определялись суммарный, весенний, летне-осенний и зимний меженный речной сток, облесённость и распаханность водосбора, а также количество и объем прудов. Для определения максимально возможного регулирования весеннего стока прудами и «подземными водохранилищами» на всех водосборах региона подсчитывались также емкости балочной сети и зоны аэрации.

Как нами установлено, *ненарушаемые водные ресурсы* малых и средних рек, соответствующие минимальному их стоку в период летне-осенней межени, составляют в характеризуемом регионе 2,92 км<sup>3</sup>,

т. е. 51 % подземного стока 95%-ной обеспеченности. *Допустимый отбор* из основных водоносных горизонтов, учитывающий необходимость сохранения ненарушаемых ресурсов, не превышает 2,78 км<sup>3</sup>. При этом наибольший отбор возможен в северо-западной части региона из верхнедевонского водоносного горизонта, где находятся 19 водосборов рек: Любовша, Труды, Большая Чернава, Сосна, Красивая Меча, Ягодная Ряса и других, на которых модули допустимого отбора выше 0,9 дм<sup>3</sup>/с/км<sup>2</sup>. Здесь же находятся водосборы рек: Вытебеть, Нугрь, Ока, Цон, Рыбница, Зуша, Неручь, Свапа, Усожа и Тускарь с модулями отбора 0,6–0,9 дм<sup>3</sup>/с/км<sup>2</sup>. Неблагоприятные условия отбора подземных вод (менее 0,3 дм<sup>3</sup>/с/км<sup>2</sup>) отмечаются на юго-востоке региона на водосборах рек: Валуй, Тихая Сосна, Ольховатка, Россось, Черная Калитва, Айдар, Белая, Богучар, Богучарка, Мамоновка, Осередь, Гаврило, Челновая, Толучеевка, Подгорная, Манина и Криуша, т. е. на площади распространения верхнемелового горизонта. Такие же условия – на юго-западе региона, на водосборах рек: Илек, Суджа и Пена (рис. 2).

Центрально-Черноземный регион относится к субъектам Российской Федерации с низкой водообеспеченностью (менее 5000 м<sup>3</sup>/чел.). По данным Института водных проблем РАН, на одного жителя в средние по водности годы в этом регионе приходится менее 3,9 тыс. м<sup>3</sup> общих водных ресурсов [15]. При этом ресурсы подземных вод здесь еще более ограничены. Однако особенно низкая водообеспеченность возникает при *допустимом водоотборе*, позволяющем использовать лишь немногим более половины эксплуатационных ресурсов подземных вод. В этом случае в характеризуемом регионе в среднем водообеспеченность не превышает 0,31 тыс. м<sup>3</sup>/чел., что в перспективе может вызвать необходимость в искусственном пополнении ресурсов основных водоносных горизонтов водами поверхностного стока.

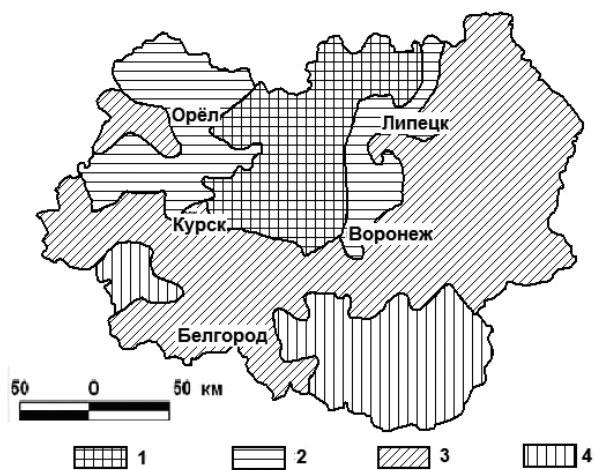


Рис. 2. Допустимый отбор подземных вод с учетом воздействия на речной сток. 1 – модули годового отбора больше 0,90 дм<sup>3</sup>/с/км<sup>2</sup>; 2 – 0,6–0,90; 3 – 0,3–0,60; 4 – меньше 0,3

Анализ природных условий в Центрально-Черноземном регионе показывает, что на большей его части имеются условия как для локального подпитывания подземных вод, так и для увеличения общих ресурсов водоносных горизонтов путем создания «подземных водохранилищ» [11]. Основным источником пополнения здесь может являться часть весеннего склоново-балочного стока, которая может оставаться незарегулированной даже после проведения полного комплекса водорегулирующих агро- и лесомелиоративных мероприятий, а также строительства прудов во всех пригодных для этого балках. Расчет величины этого *остаточного стока* на 96 водосборах малых и средних рек на площади распространения основных водоносных горизонтов показал, что в регионе может оставаться незарегулированным 4050 млн м<sup>3</sup> весеннего стока (табл. 3).

Наибольшие модули остаточного стока отмечаются на площади верхнедевонского – 1,26 дм<sup>3</sup>/с/км<sup>2</sup>, сеноман-альб-аптского – 0,77, сеноман-альбского – 0,69 и верхнемелового – 0,43 дм<sup>3</sup>/с/км<sup>2</sup> горизонтов. По нашим данным, в результате проведения искусственного пополнения основных водоносных горизонтов их ресурсы можно увеличить на 1,52 км<sup>3</sup>. Наиболее востребовано такое пополнение в юго-восточных районах региона, где отмечается недостаточное увлажнение земель и необходимо орошение земель. Однако строительство прудов здесь затруднено в связи с высокой водопроницаемостью рельефообразующих пород. Для орошения земель в этих районах можно использовать водозаборы с искусственным пополнением подземных вод [11].

При анализе условий увеличения ресурсов водоносных горизонтов путем создания «подземных водохранилищ» нами рассматривалась возможность аккумуляции остаточного весеннего стока в естественной емкости зоны аэрации, которая ограничивается, с одной стороны, зеркалом грунтовых вод, а с другой – уровнем дренирования самых глубоких балок. По нашим предварительным подсчетам, такая емкость в характеризуемом регионе могла бы вместить в себя 266,7 км<sup>3</sup> зарегулированного стока. На значительной части этого региона зона аэрации к тому же сложена хорошо водопроницаемыми породами и имеет мощность 10–20 м. Инфильтрационные водоемы можно сооружать в балках, сформировавшихся в породах с высокими коэффициентами фильтрации. Таких балок в Центрально-Черноземном регионе в среднем около 60 %, а в Орловской, Белгородской, Липецкой областях и на юге Воронежской – их большинство.

Таким образом, уточнение перспективных эксплуатационных ресурсов подземных вод на основе учета воздействия на речной сток и оценки условий искусственного их пополнения водами остаточного весеннего стока позволяет в перспективе использовать в Центрально-Черноземном регионе на хозяйственные нужды 4,3 км<sup>3</sup> этих вод. Средний модуль водоотбора подземных вод в регионе составляет 0,71 дм<sup>3</sup>/с/км<sup>2</sup>. При этом более перспективными являются верхнедевонский и верхнемеловой водоносные горизонты – модули 1,12 и 0,74 соответственно. Связано это, прежде всего, с тем, что на их площади существуют условия проведения мероприятий по искусственному пополнению подземных вод. Самые низкие модули водоотбора подземных вод с учетом экологических требований и возможности их искусственного пополнения – 0,39 и 0,14 – отмечаются на площади распространения средне- и верхне-среднедевонского и каменноугольного водоносных горизонтов (табл. 4).

Таблица 3

Величина остаточного весеннего стока на площади основных водоносных горизонтов Центрально-Черноземного региона

Основные водоносные горизонты, второстепенные	Площадь тыс. км <sup>2</sup>	Условия регулирования весеннего стока				Незарегулирован- ный сток	
		1	2	3	4	5	6
Неоген-четвертичный, сеноман-альбский	39,6	2516	1205	565	383	363	0,29
Верхнемеловой, сеноман-альбский	35,1	2040	1010	190	353	481	0,43
Сеноман-альбский, верхнедевонский	26,5	1618	780	122	140	576	0,69
Альбский, верхнедевонский	16,6	938	490	89	176	183	0,35
Сеноман-альб-аптский, верхнедевонский	3,4	450	220	36	111	83	0,77
Юрско-девонский, сеноман-альбский	8,7	690	267	53	110	260	0,94
Каменноугольный, верхнемеловой	2,6	278	167	20	55	36	0,43
Верхнедевонский, сеноман-альбский	50,1	4466	1656	190	663	1990	1,26
Верхнесреднедевонский, сеноман-альбский	9,8	373	205	35	53	80	0,26
<b>Всего</b>	<b>192,4</b>	<b>13 400</b>	<b>6000</b>	<b>1300</b>	<b>2050</b>	<b>4050</b>	<b>0,67</b>

1 – весенний сток в годы 50%-ной обеспеченности, млн м<sup>3</sup>/год; 2 – максимально возможное регулирование стока агро- и лесомелиоративными мероприятиями, млн м<sup>3</sup>/год; 3 – регулирование стока существующими прудами, млн м<sup>3</sup>; 4 – дополнительное регулирование стока прудами в оставшихся балках, млн м<sup>3</sup>/год; 5 – объем остаточного весеннего стока, млн м<sup>3</sup>/год; 6 – модуль этого стока, л/с/км<sup>2</sup>

Таблица 4

Ресурсы подземных вод зоны активного водообмена с учетом воздействия на речной сток и возможности их искусственного пополнения в Центрально-Черноземном регионе

Основные водоносные горизонты, второстепенные	Площадь, тыс. км <sup>2</sup>	1		2		3		4	5	
		А	Б	А	Б	А	Б	Б	А	Б
Неоген-четвертичный, сеноман-альбский	39,6	1084	0,86	537	0,43	547	0,43	0,10	701	0,53
Верхнемеловой, сеноман-альбский	35,1	961	0,86	553	0,49	408	0,37	0,37	813	0,74
Сеноман-альбский, верхнедевонский	26,5	567	0,68	276	0,33	291	0,35	0,16	424	0,51
Альбский, верхнедевонский	16,6	488	0,91	235	0,45	253	0,48	0,05	277	0,53
Сеноман-альб-аптский, верхнедевонский	3,4	88	0,82	30	0,28	58	0,54	0,32	93	0,86
Юрско-девонский, сеноман-альбский	8,7	203	0,74	170	0,61	34	0,13	0,35	132	0,48
Каменноугольный, верхнемеловой	2,6	36	0,44	3	0,04	33	0,40	0,13	43	0,39
Верхнедевонский, сеноман-альбский	50,1	2234	1,41	1101	0,69	1132	0,71	0,40	1774	1,12
Верхнесреднедевонский, сеноман-альбский	9,8	39	0,12	15	0,05	24	0,08	0,06	43	0,14
<b>Всего</b>	<b>192,4</b>	<b>5700</b>	<b>0,93</b>	<b>2920</b>	<b>0,48</b>	<b>2780</b>	<b>0,45</b>	<b>0,23</b>	<b>4300</b>	<b>5,40</b>

1 – подземный сток в годы 95%-ной обеспеченности; 2 – минимальный сток рек в такие годы; 3 – допустимый отбор подземных вод с учетом воздействий на речной сток; 4 – искусственное пополнение подземных вод; 5 – отбор подземных вод с учетом воздействия на речной сток и искусственного пополнения основных водоносных горизонтов. А – млн м<sup>3</sup>; Б – дм<sup>3</sup>/с/км<sup>2</sup>.

Модули подземного стока в областях Центрально-Черноземного региона могут достигать нескольких сотен тысяч кубических метров за сезон [7, 8, 9 и 11]. Проведенные исследования показывают, что модуль подземного стока может варьировать на основе воздействия на подземный сток и в результате оценки условий искусственного их пополнения водами весеннего стока. Аналогичные условия могут отмечаться и в других регионах.

К негативным последствиям водопополнения подземных водоносных горизонтов можно отнести потенциально возможный подъем уровня подземных

вод. Это может привести к локальному переувлажнению земель. Поэтому в районе строительства подобных прудов необходимо осуществлять мониторинг уровня подземных вод. На плотинах прудов необходимо предусмотреть устройства для сброса избыточного количества воды в весеннее время.

Таким образом, воздействие на речной сток в регионах, где основными водоносными горизонтами являются ресурсы подземных вод зоны активного водообмена с учетом воздействия такого отбора на речной сток и возможности искусственного их пополнения, является весьма актуальным вопросом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вендров С. Л. Проблемы преобразования речных систем / С. Л. Вендров. – Л. : Гидрометиздат, 1979. – 236 с.
2. Шахов И. С. Методика расчета экологических попусков по рекам Урала / И. С. Шахов // Охрана природных вод Урала. – 1980. – Вып. 11. – С. 112–120.
3. Дерябин В. Н. Оценка возможности водохозяйственного использования малых рек с учетом экологических особенностей / В. Н. Дерябин, И. М. Ширяк // Проблемы рационального использования и охраны малых рек. – Красноярск : Красноярск. обл. кн. изд-во, 1982. – С. 52–61.
4. Малые реки России (использование, регулирование, охрана, методы водохозяйственных расчётов). – Свердловск : Ср.-Урал. кн. изд-во, 1988. – 320 с.
5. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 2 (Донской район). – Л. : Гидрометиздат, 1973 – 460 с.
6. Золоторёв В. Н. Интегральная оценка водных ресурсов ЦЧО / В. Н. Золоторёв, В. Н. Жердев, С. Д. Дегтярёв. – Воронеж : ВВВАИУ, 1998. – 80 с.
7. Смольянинов В. М. Величина атмосферного питания неоген-четвертичного водоносного горизонта на юго-западе Окско-Донской низменности / В. М. Смольянинов // Охрана природы ЦЧП. – Воронеж : Изд-во ВСХИ, 1968. – С. 32–41.
8. Смольянинов В. М. Подземные воды Центрально-Черноземного региона : условия формирования и использования / В. М. Смольянинов. – Воронеж : Истоки, 2003. – 240 с.
9. Смольянинов В. М. Искусственное восполнение запасов подземных вод за счёт местного стока / В. М. Смольянинов // Вестник Моск. гос. ун-та. – 1972. – № 2. – С. 35–39.
10. Усенко В. С. Искусственное восполнение и инфильтрационные водозаборы подземных вод / В. С. Усенко. Минск : Наука и техника, 1972. – 125 с.
11. Смольянинов В. М. Водозаборы с искусственным пополнением подземных вод для орошения земель / В. М. Смольянинов. – Воронеж : ВГАУ, 2001. – 153 с.
12. Плотников Н. А. Гидрогеологические основы искусственного восполнения запасов подземных вод / Н. А. Плотников, В. И. Плотников, К. И. Сычёв. – М. : Недра, 1978. – 210 с.
13. Водные ресурсы и водный баланс территории Советского Союза. – Л. : Гидрометиздат, 1967. – 199 с.
14. Хруцкий С. В. Альбом геологических разрезов центрально-черноземных областей / С. В. Хруцкий, В. М. Смольянинов, Э. В. Косцова. – Воронеж : Воронеж. гос. ун-т, 1974. – 176 с.
15. Данилов-Данильян В. И. Задачи оптимального управления водными ресурсами в целях устойчивого развития регионов России / В. И. Данилов-Данильян [и др.] // Докл. на VII Всерос. гидрол. съезде. – СПб. : Росгидромет, 2013. – С. 33–42.

Воронежский государственный педагогический университет

Смольянинов В. М., доктор географических наук,  
профессор кафедры физической географии  
E-mail: shmykov@vspsu.ac.ru  
Тел.: 8-473-253-32-70

Voronezh State Pedagogical University

Smolyaninov V. M., Doctor of Geographical Sciences,  
Professor of the Physical Geography Department  
E-mail: shmykov@vspsu.ac.ru  
Tel.: 8-473-253-32-70