

## УСЛОВИЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОЗМОЖНОСТЬ ИСКУССТВЕННОГО ПОПОЛНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Л.А. Василевская, В.М. Смольянинов

Курский государственный университет, Россия

Воронежский государственный педагогический университет, Россия

Поступила в редакцию 29 декабря 2009 г.

**Аннотация:** Курская область относится к числу регионов с интенсивным антропогенным воздействием на природную среду. Проведенный анализ природных условий показывает, что эта территория характеризуется неодинаковыми условиями для хозяйственного использования подземных вод. При этом дефицит подземных вод может возникнуть в северо-западных районах области, то есть на водосборе реки Свапа. Устранение его возможно путем проведения мероприятий по искусственному пополнению подземных вод.

**Ключевые слова:** водоносный горизонт, водоснабжение, искусственное пополнение подземных вод.

**Abstract:** The Kursk oblast is among the regions with intensive anthropogenic impact on the environment. The analysis of natural conditions shows that this area is characterized by various conditions for the economic use of underground waters. This lack of underground waters may occur in the north-western districts of the Kursk oblast, i.e. the catchment's area of the river Svapa. It is possible to eliminate this lack by using measures of artificial underground waters recharge.

**Key words:** aquifer, water-supply, artificial recharge of underground waters.

В Курской области, которая находится в регионе с интенсивным антропогенным воздействием на природную среду, имеется три основных водоносных горизонта подземных вод, которые используются для городского и сельскохозяйственного водоснабжения. Верхнемеловой находится в южных и юго-западных районах области, сеноман-альбский – протягивается полосой с запада на восток севернее верхнемелового, юрско-девонский горизонт используется для водоснабжения на северо-западе области. Все горизонты находятся в зоне активного водообмена и имеют тесную гидравлическую связь с речным стоком, поэтому их изучение следует производить на водосборах малых и средних рек.

Геологическими условиями и водопроницаемостью пород, залегающих в кровле водоносных горизонтов, определяются условия питания подземных вод атмосферными осадками. Эти условия менее благоприятны в центральных районах Курской области. Основным здесь является сеноман-альбский горизонт. Расчленение рельефа составляет 1,2 км/км<sup>2</sup>. Величина инфильтрации атмосферных осадков колеблется от 3 до 7%. Особенно

неблагоприятные условия питания отмечаются на водоразделах, где в кровле водоносного горизонта залегают палеогеновые глины и четвертичные покровные суглинки. В долинах рек и балках горизонт часто лишен покрова слабопроницаемых пород, что создает хорошие условия для инфильтрации атмосферных осадков на уровень подземных вод.

Лучше условия питания подземных вод на северо-западе и юге Курской области, где расчленение рельефа составляет 1,6 км/км<sup>2</sup>, а величина инфильтрации атмосферных осадков – 8%. Водоносные горизонты в этой части Курской области обычно прикрыты водопроницаемыми породами, особенно в речных долинах, балках и на склонах водоразделов.

В соответствии с разработанной нами методикой, условия водоснабжения подземными водами в Курской области оценивались по четырехбалльной системе и с использованием бассейнового подхода [1]. На 13 выделенных нами водосборах малых и средних рек учитывались показатели, характеризующие рельеф, водопроницаемость рельефообразующих пород, климатические условия, почвенно-растительный покров, экологическое со-

стояние природной среды и ресурсы подземных вод. Балльная оценка производилась по всем показателям на каждом речном водосборе области. После изучения особенностей рельефа, климата, почв и растительного покрова, экологических условий и величины водных ресурсов, определялись *интегральные показатели*, отражающие эти условия в виде *среднего балла*.

При интегральной оценке условий водоснабжения в Курской области нами учитывались *веса* основных показателей, предварительно определенные методами главных компонент и экспертных оценок. Как было установлено, наиболее значительными показателями являются:  $X_5$  – неиспользованные прогнозные ресурсы подземных вод ( $\lambda = 0,4$ );  $X_6$  – возможность загрязнения вод ( $\lambda = 0,2$ );  $X_4$  – экологическое состояние природной среды ( $\lambda = 0,2$ ). Меньший вес имеют:  $X_1$  – рельеф ( $\lambda = 0,08$ );  $X_2$  – климат ( $\lambda = 0,07$ );  $X_3$  – почвенно-растительный покров ( $\lambda = 0,05$ ).

В результате проведенных оценок в районе исследований нами выделены три группы речных водосборов: с *наиболее благоприятными* (2,6-3,0 балла), *благоприятными* (2,0-2,6) и *удовлетворительными* (менее 2,0) условиями водоснабжения.

К первой группе относятся водосборы рек Тускарь, Амонька, Клевень, и Псел. Они характеризуются относительно большими неиспользованными ресурсами подземных вод, составляющими 0,44-0,63 л/с/км<sup>2</sup>, и удовлетворительным состоянием природной среды: 2,5-3,5 балла.

Во вторую группу вошли водосборы рек Усожа, Сейм, Реут, Сужда, Кшень, Олым и Оскол. Неиспользованные прогнозные водные ресурсы здесь составляют 0,25 (р. Реут)-0,65 (р. Оскол) л/с/км<sup>2</sup>.

На водосборах рек Усожа, Сейм, Реут и Оскол отмечается неудовлетворительное состояние природной среды за счет загрязнения атмосферы, почв и поверхностных вод (1,2-1,7 балла). Здесь также существует высокая опасность загрязнения основных водоносных горизонтов (геологическая защищенность: от 1 до 2 баллов).

Третья группа включает в себя водосборы рек Свапа и Тим. Для них характерна самая малая для области величина неиспользованных прогнозных ресурсов подземных вод (0,20-0,26 л/с/км<sup>2</sup>). При этом на водосборе р. Свапа к этому приводит интенсивный отбор подземных вод (0,9 л/с/км<sup>2</sup>) при значительных естественных ресурсах (1,1 л/с/км<sup>2</sup>), а на водосборе реки Тим – при малом отборе подземных вод (0,04 л/с/км<sup>2</sup>) и ограниченных есте-

ственных ресурсах подземных вод (0,3 л/с/км<sup>2</sup>). На водосборе р. Тим отмечается также низкая обле-сенность территории (1 балл), а реки Свапа – значительное загрязнение атмосферы, почв и поверхностных вод (2 балла). Все это создает здесь проблемы для дальнейшего развития водоснабжения.

Как известно, для улучшения условий водоснабжения в мировой практике применяется искусственное регулирование запасов подземных вод. При искусственном пополнении этих вод может производиться или локальное подпитывание водоносного горизонта на небольшом участке около подземного водозабора, что обеспечивает увеличение его производительности, или проведение водорегулирующих мероприятий на значительной территории и пополнении ресурсов всего водоносного горизонта. При этом существует два способа пополнения: *самотечная инфильтрация* и *напорная инфильтрация*, которая производится путем закачки под давлением поверхностных вод в водоносный горизонт [5, 6, 8].

Первый способ является наиболее распространенным и применяется для пополнения безнапорных водоносных горизонтов. Главным условием использования самотечной инфильтрации являются хорошие фильтрационные свойства отложений, слагающих зону аэрации, при относительно неглубоком залегании горизонта подземных вод. Для перевода поверхностного в подземный сток сооружаются инфильтрационные бассейны, траншеи и борозды, а также используются естественные понижения в рельефе, а также балки и пересохшие русла. Однако инфильтрационные бассейны используются чаще [2, 3, 4].

По сложности устройства, условиям применения и эксплуатации выделяются типы сооружений для искусственного пополнения подземных вод: 1) открытые капитальные инфильтрационные сооружения – *европейский тип*; 2) открытые облегченные инфильтрационные сооружения – *калифорнийский тип*; 3) поглощающие горные выработки – *общепринятый тип*. Скорость инфильтрации в разных типах сооружений неодинакова, но она значительно больше в капитальных инфильтрационных бассейнах.

Инфильтрационные сооружения должны обеспечивать не только достаточный объем искусственно создаваемых ресурсов подземных вод, но и хорошую их очистку в зоне аэрации. Поэтому эффективность улучшения качества вод при инфильтрации зависит от литологического состава и мощности зоны аэрации, а также от протяженности

пути фильтрации воды в самом горизонте. При мелкозернистом составе отложений зоны аэрации и большой ее мощности, а также значительном расстоянии до водозаборных скважин происходит лучше очистка поверхностных вод. На большинстве установок искусственного пополнения расстояние от инфильтрационного бассейна до скважин составляет 75-100 м [6].

Таким образом, для применения метода искусственного пополнения подземных вод необходимы следующие условия.

1. *Наличие источника восполнения*, которым могут служить паводковые, речные и озерные воды, а иногда – промышленные стоки.

2. *Удовлетворительное качество воды*, поступающей на инфильтрацию: с содержанием взвешенного в воде материала не более 10 мг/л и небольшим количеством натрия и железа.

3. *Благоприятные геологические условия*, когда мощность зоны аэрации не менее 10 м, а в некоторых случаях до 20 м, подходящий литологический состав зоны аэрации по степени однородности и физико-механическому составу пород, оказывающему влияние на поглощающую способность грунта. Коэффициенты фильтрации пород зоны аэрации более 0,5 м/сутки.

4. *Благоприятные гидрогеологические условия*: большая мощность и хорошие фильтрационные свойства пород водоносного горизонта; значительное удаление области разгрузки.

Анализ природных условий Курской области показывает, что на значительной части ее территории существуют благоприятные условия как для локального подпитывания верхних водоносных горизонтов в зоне подземных водозаборов, так и для увеличения общих ресурсов водоносных горизонтов. Основным источником пополнения в этом регионе может являться неиспользуемая в настоящее время часть весеннего склонового стока. Аккумуляцию его можно производить в естественной емкости зоны аэрации, которая ограничивается с одной стороны зеркалом грунтовых вод, а с другой – уровнем дренирования самых глубоких балок. На значительной части характеризуемого региона зона аэрации сложена хорошо водопроницаемыми породами и имеет мощность 10-20 м. По условиям проведения искусственного пополнения подземных вод (ИППВо) в Курской области выделяются два района.

1. Район с *благоприятными условиями* находится в центральных районах области (долины рек Сейм и Свапа) и на ее юге (долина реки Псел).

Зона аэрации здесь сложена суглинками, песками, глинами и мелями ( $K_{\phi}=0,01-0,5$  м/сут). Глубина залегания грунтовых вод колеблется от 5 до 30 м. Водопроницаемость пород верхнего водоносного горизонта от 115 до 253 м<sup>2</sup>/сут.

2. Район с *малоблагоприятными и неблагоприятными условиями* располагается на большей части Курской области. Зона аэрации в этом районе сложена суглинками, песками, глинами и мелями ( $K_{\phi}=0,0001-0,001$  м/сут). Глубина залегания грунтовых вод достигает более 20 м. Водопроницаемость пород верхнего водоносного горизонта 20-100 м<sup>2</sup>/сут. Во многих балках здесь возможно строительство прудов.

В Курской области имеется 32 фильтрующих водоема, которые строились как обычные пруды, но имеют значительные потери на фильтрацию. Их можно использовать для создания систем искусственного пополнения.

Наблюдения, проводившиеся на фильтрующих водоемах, показали, что под фильтрующим водоемом образуется инфильтрационный купол, который смещается по потоку грунтовых вод в сторону реки со скоростью от 1 до 20 см/сут. Время растекания этого купола определяется водопроницаемостью водоносного горизонта. В условиях характеризуемого региона это время составляет 5-10 месяцев.

Поэтому за счет заполнения водой свободной емкости зоны аэрации в районе фильтрующего водоема, как в *подземном водохранилище*, могут накапливаться искусственные ресурсы подземных вод. Системы ИППВо можно применять для сезонного регулирования весеннего стока при полном использовании искусственных ресурсов в летнее время. Применяются они также для многолетнего регулирования, что позволяет накапливать дополнительные искусственные ресурсы в более влажные годы и использовать их в засушливые периоды [5, 6].

Водоемы Курской области по скорости фильтрации относятся к трем группам: до 1 см/сут; 1-5 см/сут; более 5 см/сут. В первую группу входят обычные пруды, во вторую – водоемы с заметными фильтрационными потерями, а в третью – сильно фильтрующие водоемы.

В системы ИППВо для орошения входят фильтрующие пруды, водозаборные скважины и регулирующие водоемы-накопители. Можно выделить два основных типа водозаборов с ИППВо [5, 6].

**I. Комбинированный водозабор с ИППВо.** Может быть построен при относительно небольшой

скорости фильтрации из водоема (0,5-5,0 см/сут), что позволяет производить первые два-три полива из этого водоема, а остальные – из водозаборных скважин. Наиболее благоприятные условия для строительства таких водозаборов существуют в нижней части крупных балок, где грунтовые воды залегают на глубине 5-10 м.

**II. Водозабор скважин с ИПВв.** В связи с быстрым опорожнением водоема, при скорости фильтрации более 5 см/сут, все поливы можно производить только за счет работы водозаборных скважин. Такие водозаборы используются при более высокой водопроницаемости рельефообразующих пород и относительно глубоком залегании грунтовых вод – до 20 м.

Проведенный анализ природных условий Курской области показывает, что ее территория характеризуется неодинаковыми условиями для хозяйственного использования подземных вод. Так, менее благоприятные условия существуют на водосборах рек Свапа и Тим. Здесь может возникнуть дефицит подземных вод. Устранение его возможно путем проведения мероприятий по искусственному пополнению подземных вод. Геологические, гидрологические, гидрогеологические и геоморфологические условия позволяют проводить на этом водосборе, как площадное пополнение подземных вод, так и локальное, что обеспечит получение дополнительных эксплуатационных ресурсов подземных вод, а также повысит производительность подземных водозаборов.

Василевская Людмила Александровна  
аспирант кафедры физической географии и геоэкологии Курского государственного университета, г. Курск, т. 8-904-521-50-46, E-mail: [vasilevskaya-la@rambler.ru](mailto:vasilevskaya-la@rambler.ru)  
Смольянинов Владимир Митрофанович  
Доктор географических наук, профессор кафедры физической географии Воронежского государственного педагогического университета, т. (4732) 54-50-17

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Василевская Л. А. Типизация речных водосборов по условиям водоснабжения в Курской области / Л.А. Василевская // Эколого-географические исследования в речных бассейнах. – Воронеж, 2009. – С. 114-121.
2. Егорова И.Н. Искусственное пополнение водоносных горизонтов в странах Европы и США / И.Н. Егорова // Материалы XI конференции младших научных сотрудников, аспирантов и инженеров. – М., 1966. – С. 24-38.
3. Искусственное регулирование подземных вод для орошения / Усенко В.С. [и др.] // Некоторые вопросы развития мелиорации в СССР. – М., 1975. – С. 35-45.
4. Плотников Н.А. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод с искусственным их восполнением / Н.А. Плотников, К.И. Сычев. – М.: Недра, 1976. – 220 с.
5. Смольянинов В.М. Использование искусственного восполнения ресурсов подземных вод на площади малых водосборов для орошения в условиях Центрально-Черноземных областей / В.М. Смольянинов // Геология и разведка. – 1976. – № 8. – С. 48-56.
6. Смольянинов В.М. Комплекс водорегулирующих мероприятий для борьбы с эрозией и искусственного пополнения подземных вод в условиях Центрально-Черноземных областей / В.М. Смольянинов. – Воронеж: Воронеж. гос. ун-т, 1972. – 126 с.
7. Смольянинов В.М. Подземные воды центрально-черноземного региона: условия их формирования, использование / В.М. Смольянинов. – Воронеж: Истоки, 2003. – 240 с.
8. Усенко В.С. Искусственное восполнение и инфильтрационные водозаборы подземных вод / В.С. Усенко. – Минск: Наука и техника, 1972. – 128 с.

Vasilevskaya Ludmila Aleksandrovna  
Postgraduate student of the chair of physical geography and geoecology of the Kursk State University, Kursk, tel. 8-904-521-50-46, E-mail: [vasilevskaya-la@rambler.ru](mailto:vasilevskaya-la@rambler.ru)  
Smol'yaninov Vladimir Mitrofanovitch  
Doctor of Geography, Professor of the chair of physical geography of the Voronezh State Pedagogical University, Voronezh, tel. (4732) 54-50-17