

ВОДОЗАБОРЫ С ИСКУССТВЕННЫМ ПОПОЛНЕНИЕМ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ДЛЯ ОРОШЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ В ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОМ РЕГИОНЕ

В. М. Смольянинов, П. П. Стародубцев

Воронежский государственный педагогический университет

Поступила в редакцию 28 февраля 2012 г.

Аннотация. Системы искусственного пополнения подземных вод, использующие естественную водопроницаемость горных пород, особенно эффективны в районах с недостаточным увлажнением, нуждающихся в мелиорации земель. Рассмотрены два типа водозаборов для искусственного пополнения подземных вод, различающихся скоростями фильтрации воды из подземных резервуаров. Системы искусственного пополнения подземных вод рекомендованы для южных районов Белгородской и Воронежской областей Центрально-Черноземного региона, где существуют благоприятные литологические и рельефообразующие факторы для их создания.

Ключевые слова: ресурсы грунтовых вод, искусственное пополнение подземных вод, инфильтрационный купол, фильтрующие водоемы, водозаборные скважины, регулирование речного стока, водопроницаемость.

Abstract. Systems groundwater recharge using the natural permeability of the rocks, are particularly effective in areas with inadequate moisture, requiring land reclamation. Two types of water intakes for systems groundwater recharge, water filtration velocities differing from underground storage tanks. Systems groundwater recharge schemes recommended for the southern regions of Belgorod and Voronezh regions of the Central Black Earth Region, where there are favorable lithologic and relief-forming factors to create them.

Key words: groundwater resources, artificial recharge of groundwater, infiltration dome, filter water, water wells, the regulation of river flow, water permeability

В районах с недостаточным увлажнением земель эффективным мелиоративным мероприятием, обеспечивающим высокую урожайность сельскохозяйственных культур, является орошение земель. В настоящее время на орошаемых землях мира, которые занимают около 20 % площади пашни, производится более 40 % продукции растениеводства при урожайности орошаемых земель в 3–5 раз выше, чем на богаре. В Российской Федерации площадь мелиорированных земель до 1990 г. занимала около 10 % сельхозугодий [1].

Одним из районов России, нуждающихся в мелиорации земель, является Центрально-Чернозёмный регион, в который входят Белгородская, Воронежская, Курская, Липецкая, Орловская и Тамбовская области. Анализ климатических условий этого региона показывает, что даже в средние по водности годы на большей его части могут возникать неблагоприятные условия для произрастания сельскохозяйственных растений, а в засушливые – отмечаются значительные потери урожая.

Необходимость орошения, как известно, определяется естественным увлажнением почвы. В характеризуемом регионе в орошаемом земледелии наиболее нуждаются юго-восточные районы Воронежской области, где коэффициенты увлажнения не превышают 0,5. Следует проводить его и на юго-востоке Белгородской области, в центральных районах Воронежской и большей части Тамбовской, где эти коэффициенты составляют 0,5–0,6. Лишь в Орловской области и на севере Курской потребность в орошении земель не столь значительна [2, 3].

При перспективной оценке возможности проведения орошаемого земледелия в регионе наибольшую роль играют, прежде всего, наличие земель, пригодных для полива, а также достаточное количество и необходимое качество водных ресурсов.

Наиболее распространённым типом почв в характеризуемом регионе являются чернозёмы, которые занимают 84,3 % территории. Они представлены подтипами выщелоченных, типичных, обыкновенных и луговых чернозёмов. Чернозёмы

имеют мощный и хорошо развитый почвенный профиль, тёмную окраску, хорошо выраженную зернистую структуру большей части гумусового горизонта, слабо уплотнённое сложение, неровную границу перехода гумусового горизонта в материнскую породу, наличие карбонатного горизонта. Скорость инфильтрации черноземов может достигать 0,51 м/сутки [1, 4].

Водные ресурсы характеризуемого региона в средние по водности годы составляют 26,4 км³, в годы 75%-й обеспеченности – 14,9 км³ и 95%-й – 10,5 км³ [5]. В регионе имеется девять основных горизонтов подземных вод, суммарные ресурсы которых – 181 м³/с. Для городского и сельскохозяйственного водоснабжения отбирается 51 м³/с подземных вод, что приводит к сокращению стока рек в связи с гидравлической связью верхних водоносных горизонтов с речным стоком. Поэтому допустимый модуль отбора подземных вод в регионе не должен превышать 0,50 дм³/с/км² [6].

В настоящее время основными источниками воды для полива земель в характеризуемом регионе являются пруды (56,0 %) и реки (40,3 %). Подземные воды используются для этого в небольшом объеме в связи с ограниченностью их ресурсов (0,6 %). Некоторая часть орошаемых земель поливается из русловых водохранилищ, а также сточными водами животноводческих комплексов.

Отбор воды из живого тока рек для орошения можно производить в небольшом объёме, так как средние расходы большинства рек в летнюю межень составляют 1–5 м³/с. Лишь реки Дон, Воронеж, Хопер и Сейм имеют большие расходы. Поэтому из рек региона в течение года можно отбирать на полив земель не более 416 млн м³. Как видно, для обеспечения водой орошаемого земледелия необходимо производить регулирование весеннего стока, объём которого в годы средней водообеспеченности в регионе составляет 13,4 км³: 75%-й – 7,5 км³ и 95%-й – 3,5 км³.

Часть этого стока уже регулируется агротехническими и лесомелиоративными мероприятиями, после чего остаётся около 4 км³ не зарегулированного весеннего стока, воды которого имеют гидрокарбонатно-кальциевый состав и удовлетворяют требованиям, предъявляемым к оросительным водам [7–9].

Однако применять обычные приемы регулирования этой части весеннего стока здесь можно весьма ограниченно. Так, прудами и русловыми водохранилищами в настоящее время в регионе зарегулирована меньшая его часть, то есть около

1,3 км³. При этом 60 % прудов имеет небольшие размеры – менее 100 тыс. м³; к тому же большинство их требует ремонта.

Распределены пруды в регионе неравномерно, что связано с неодинаковыми условиями их строительства. Так, в Тамбовской области и на севере Воронежской существуют для этого наиболее благоприятные геологические условия, и большая часть балок (95 %) сформирована в слабо водопроницаемых ледниковых суглинках. На севере Среднерусской возвышенности, то есть в Орловской области и в западных районах Липецкой, балочная сеть вскрывает трещиноватые известняки верхнедевонского возраста, которые прикрыты маломощным покровом суглинков, поэтому для строительства прудов здесь можно использовать не более 10 % балок, в нижних частях которых близко залегают грунтовые воды. Примерно такие же условия существуют на площади песчаных террас рек Дон и Воронеж, где строить пруды можно в 25 % балок. В центре и на юге Среднерусской возвышенности, то есть в Белгородской области и на юге Воронежской и Курской областей, балки вскрывают трещиноватые мела, мергели и водопроницаемые суглинки. Здесь можно использовать под пруды лишь 30 % балок – при залегании палеогеновых глин в верхних частях балок, или неглубоком залегании грунтовых вод в их нижних частях. Как видно, в южных районах Центрально-Чернозёмного региона, наиболее нуждающихся в орошении земель, существуют неблагоприятные условия для строительства прудов.

Поэтому здесь следует применять принципиально новые схемы водозаборов, то есть *системы искусственного пополнения подземных вод (ИППВо)*, использующие естественную водопроницаемость пород.

При этом в балках, сложенных водопроницаемыми породами строятся *фильтрующие водоёмы*, создающие *искусственные ресурсы грунтовых вод*, которые можно использовать для орошения земель. Строительство таких водозаборов является наиболее экономически обоснованным путем развития орошаемого земледелия в характеризуемом регионе, позволяющим дополнительно оросить около 200 тыс. га земель.

В результате исследований, проводившихся в регионе в 1968–1978 гг. были разработаны «Рекомендации по проектированию и эксплуатации водозаборов с искусственным пополнением запасов подземных вод для орошения в Центрально-Черноземных областях» [10]. При их подготовке ис-

пользовались материалы наблюдений на семи экспериментальных фильтрующих водоемах, проведенных Проблемной гидромелиоративной научно-исследовательской лабораторией Воронежского сельскохозяйственного института, а также результаты изучения условий проектирования и эксплуатации водозаборов ИППВо, выполненного ЦЧО-Гипроводхозом. Для апробирования рекомендаций по эксплуатации таких водозаборов были построены три экспериментальных участка орошения. Однако в дальнейшем строительство объектов орошения с водозаборами ИППВо в характеризуемом регионе не проводилось, что, по-видимому, объясняется общим сокращением мелиоративных работ, а также недостаточной информированностью работников сельского хозяйства о таких водозаборах [1, 9].

Как показали наблюдения, проведенные в разных природных условиях характеризуемого региона, фильтрующие водоёмы наполняются, так же как и обычные пруды, водами склонового стока в весеннее время; скорость снижения уровня воды в них составляет 2–10, реже до 20 см/сут. При этом под фильтрующим водоёмом 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 верхнего водоносного горизонта и составляет пять-десять месяцев. За счет заполнения водой свободной ёмкости зоны аэрации в районе фильтрующего водоема, как в *подземном водохранилище*, накапливаются искусственные ресурсы подземных вод.

Системы с искусственным пополнением подземных вод (ИППВо) можно применять как для *сезонного регулирования* весеннего стока – при полном использовании искусственных ресурсов в летнее время, так и для *многолетнего регулирования*, позволяющего накапливать дополнительные искусственные ресурсы в более влажные годы и использовать их в засушливые периоды. По величине фильтрационных потерь все искусственные водоемы могут быть разделены на: водоёмы со скоростью фильтрации до 1 см/сут – *пруды*; 1–5 см/сут – *водоёмы с умеренной фильтрацией*; более 5 см/сут – *водоёмы с сильной фильтрацией*. Таким образом, к первой группе относятся *обычные пруды*, ко второй – *водоёмы с заметными фильтрационными потерями*, а к третьей – *сильно фильтрующие водоемы*. В системы искусственного пополнения подземных вод для орошения земель (ИППВо) входят: *фильтрующие водоёмы, водоза-*

борные скважины и регулирующие водоемы-накопители. С учётом скорости фильтрации из водоема, выделяются *два типа* таких водозаборов.

I. Комбинированный водозабор с ИППВо (тип I). Он может быть построен при относительно небольшой скорости фильтрации из водоема (1,0–5,0 см/сут), что позволяет производить первые два-три полива из этого водоема, а остальные – за счёт водозаборных скважин. Наиболее благоприятные условия для строительства таких водозаборов существуют в нижних частях крупных балок при относительно близком залегании (5–10 м) грунтовых вод.

II. Водозабор скважин с ИППВо (тип II). При быстром опорожнении водоема, то есть при скорости фильтрации из него более 5 см/сут, все поливы полностью обеспечиваются водой из водозаборных скважин. Такие водозаборы используются при высокой водопроницаемости рельефообразующих пород и относительно глубоком залегании грунтовых вод, то есть до 10–20 м.

Экспериментальные комбинированные водозаборы ИППВо 1-го типа были построены в 1977–1978 гг. в совхозе «Свобода» Павловского района Воронежской области и колхозе «Красное знамя» Лебедянского района Липецкой области.

Средняя скорость фильтрации из водоемов составляла соответственно 4,1 и 5,0 см/сут, то есть в апреле и мае – 8 см/сут, а в июне, июле и августе – меньше 1 см/сут. Из фильтрующего водоема в совхозе «Свобода» на поливы за сезон отбиралось 113 тыс. м³ воды, а в колхозе «Красное знамя» – 93 тыс. м³. Суммарный отбор воды скважинами достигал соответственно 339 тыс. м³ при работе 6 скважин и 260 тыс. м³ – 3 скважин. В колхозе «Красное знамя» накопителем служила нижняя, слабо фильтрующая ёмкость водоема (70 тыс. м³). В колхозе «Свобода» был построен земляной водоем-накопитель ниже плотины фильтрующего водоема, ёмкость которого – 5 тыс. м³. За счет использования комбинированного водозабора в совхозе «Свобода» орошалось 243 га сельскохозяйственных угодий, а в колхозе «Красное знамя» – 147 га [9].

Фильтрация из водоема в совхозе «Боринский» Липецкой области достигала 27 см/сут, поэтому все поливы обеспечивались водой из двух скважин, построенных около участка орошения. Накопитель ёмкостью 5 тыс. м³ был расположен около участка орошения. Площадь орошаемых земель составляла 196 га. Это типичный водозабор ИППВо II-го типа.

В результате обследования Центрально-Чернозёмного региона были выделены площади с благоприятными условиями строительства водозаборов с ИППВо. Наиболее нуждающимися в их строительстве являются южные районы региона, то есть Белгородская область и юг Воронежской, где рельефообразующими породами являются трещиноватые мела и мергели верхнемелового возраста. Основными показателями при выделении площадей с благоприятными условиями строительства водозаборов были приняты: 1) неглубокое залегание грунтовых вод – менее 20 м; 2) высокая водопроницаемость зоны аэрации: коэффициент фильтрации $> 0,5$ м/сут; 3) наличие свободной ёмкости зоны аэрации; 4) хорошие гидрогеологические условия: коэффициент водопроницаемости водоносного горизонта > 100 м²/сут; удельные дебиты скважин > 5 м³/ч.

Таким образом, использование водозаборов с искусственным пополнением подземных вод в Центрально-Чернозёмном регионе показало следующее.

1. В 1991 году в регионе орошалось около 380 тыс. га сельскохозяйственных угодий. В период проведения земельной реформы площадь орошения *сократилась почти в восемь раз*, что связано со значительным уменьшением финансирования мелиоративных работ.

2. В соответствии с «Концепцией развития мелиорации земель России на период до 2020 года» в последующие десять лет в регионе намечается восстановление и развитие мелиоративно-водоохранительного комплекса [11, 12].

3. В южных районах региона, которые в наибольшей степени нуждаются в орошаемом земледелии, строить пруды затруднительно в связи с высокой водопроницаемостью рельефообразующих пород. Здесь можно использовать принципиально новые схемы водозаборов – системы искусственного пополнения подземных вод (ИППВо). При этом в балках, сложенных водопроницаемыми породами, сооружаются фильтрующие водоёмы, за счет которых создаются дополнительные ресурсы грунтовых вод для орошения земель. Это является наиболее экономически оправданным путем развития орошаемого земледелия в южных районах региона.

4. Институтом ЦЧОгипроводхоз были разработаны «Рекомендации по проектированию и эксплуатации водозаборов с искусственным пополнением запасов подземных вод для орошения в Центрально-Черноземных областях», которые в настоящее

время могут быть использованы для строительства орошаемых участков с водозаборами ИППВо. Такие водозаборы, позволяющие проводить орошение земель в районах с неблагоприятными геологическими условиями строительства прудов, могут быть использованы в других регионах с аналогичными природными условиями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Смольянинов В. М. Комплексная мелиорация и орошение земель в Центрально-Черноземном регионе: состояние, условия развития / В. М. Смольянинов, П. П. Стародубцев. – Воронеж : Истоки, 2011. – 180 с.
2. Методические указания по обоснованию проектных режимов орошения сельскохозяйственных культур в ЦЧО. – Новочеркасск, 1988. – 46 с.
3. Черемисинов А. А. Потребность в гидромелиорациях на основе оценки атмосферного увлажнения / А. А. Черемисинов // Вестн. Воронеж. отд. Русского географ. об-ва. – Воронеж, 2010. – Т. 10. – С. 119–123.
4. Романенко Г. А. Земельные ресурсы России, эффективность их использования / Г. А. Романенко, Н. В. Комов, А. И. Тютюников. – М. : Россельхозакадемия, 1996. – 304 с.
5. Ресурсы подземных вод СССР и их использование в народном хозяйстве. – М. : ВСЕГИНГЕО, 1967. – 180 с.
6. Смольянинов В. М. Подземные воды Центрально-Черноземного региона: условия формирования и использования / В. М. Смольянинов. – Воронеж : Истоки, 2003. – 240 с.
7. Безднина С. Я. Качество воды для орошения, принципы и методы оценки / С. Я. Безднина. – М. : Рома, 1997. – 186 с.
8. Методика оценки качества вод для орошения сельскохозяйственных культур на черноземах в Центрально-Черноземных областях. – Новочеркасск : ЦЧО-Гипроводхоз, Югмелиорация, 1988. – 36 с.
9. Смольянинов В. М. Водозаборы с искусственным пополнением подземных вод для орошения земель / В. М. Смольянинов. – Воронеж : ВГАУ, 2001. – 153 с.
10. Рекомендации по проектированию и эксплуатации водозаборов с искусственным пополнением запасов подземных вод для орошения в Центрально-Черноземных областях / под ред. В. М. Смольянинова. – Воронеж : ЦЧОгипроводхоз, 1977. – 65 с.
11. Концепция Федеральной целевой программы «Развитие мелиорации сельскохозяйственных земель России на период до 2020 года». – М., 2010. – 53 с.
12. Смольянинов В. М. Концепция развития мелиорации земель Российской Федерации и орошаемое земледелие в Центрально-Черноземном регионе / В. М. Смольянинов, П. П. Стародубцев // Научные ведомости Белгород. гос. ун-та. – 2010. – № 2. – С. 34–45.

В. М. Смольянинов, П. П. Стародубцев

*Воронежский государственный педагогический университет
В. М. Смольянинов, доктор географических наук,
профессор кафедры физической географии
Тел. 8 (473) 253-32-70*

*П. П. Стародубцев, инженер-гидролог, кандидат географических наук
Тел. 8 (473) 253-32-70*

*Voronezh State Pedagogical University
V. M. Smolyaninov, Doctor of Geographical Sciences,
Professor, Department of Physical Geography
Tel. 8 (473) 253-32-70*

*P. P. Starodubtsev, engineer-hydrologist, Ph.D. Geographical Sciences
Tel. 8 (473) 253-32-70*