

К вопросу о стратегии и тактике орошения черноземов в Западной Сибири

Н. А. ШАПОРИНА, А. А. ТАНАСИЕНКО

*Институт почвоведения и агрохимии СО РАН
630099 Новосибирск, ул. Советская, 18*

АННОТАЦИЯ

Работа посвящена вопросам рационального, экологически безопасного использования в орошаемом земледелии черноземов – главного автоморфного типа почв лесостепной и степной зон Западной Сибири. Для основных провинций региона теоретически и экспериментально обоснованы важнейшие элементы почвенного увлажнения и на этой базе разработаны почвоохранные режимы орошения.

На сегодняшний день экологизация земледелия, ресурсосбережение, сохранение окружающей среды являются актуальными научно-практическими проблемами не только у нас в стране, но и за рубежом. В степной и лесостепной зонах Западной Сибири, наиболее освоенных под земледелие, основу пахотного фонда составляют черноземы – самые ценные пахотно-пригодные почвы региона. Общая площадь черноземов в пашне Кулундинской аллювиальной равнины – более 4 млн га, Приобского плато – 3 млн га, Иртыш-Ишимской неогеновой равнины – 2 млн га. Преобладающая часть черноземной пашни используется как наилучший почвенно-экологический фон для возделывания яровой пшеницы. Немалая часть ее (примерно 30–35 %) отводится под посевы кормовых культур. Однако продуктивность возделываемых культур, особенно кормовых, на черноземах низкая и не соответствует потенциальным возможностям этих почв. Главная причина – недостаточная влагообеспеченность. Даже в условиях лесостепи, относящейся к зоне достаточного неустойчивого увлажнения, где количество осадков за теплый период (май – октябрь) достигает 300–350 мм, растения нередко страдают от ат-

мосферных и почвенных засух. Причина в том, что распределение осадков в течение вегетационного периода (и это одна из особенностей климата юга Западной Сибири) крайне неравномерное: максимум их приурочен к июлю–августу, минимум – к маю и июню. Поэтому в конце весны и в начале лета, т. е. в такие ответственные фазы развития растений, как формирование всходов и трубкование, влаги оказывается недостаточно. В условиях степной зоны летние осадки удовлетворяют потребность растений во влаге лишь наполовину. Научные опыты и реальная практика земледелия в регионе показали, что дополнительное увлажнение черноземов позволяет получить за теплый период, например, два укоса трав с суммарной продуктивностью до 100 ц/га и более высококачественного сена и, тем самым, обеспечить гарантированную высокопродуктивную кормовую базу. Поэтому для создания на черноземах Западной Сибири массивов пашни с повышенной устойчивой биопродуктивностью заметное развитие получило очаговое орошаемое земледелие. Почему очаговое? Существует ряд факторов, ограничивающих широкое развитие орошения: для Кулундинской аллювиальной равнины это слабая на-

сыщенность территории пригодными для полива массивами черноземов, разобщенность их понижениями с засоленными, гидроморфными почвами. В Приобье такими факторами являются значительная расчлененность и большие уклоны поверхности. Иртыш-Ишимская неогеновая равнина характеризуется большим содержанием глины и сорбированной влаги, засоленностью нижних горизонтов почв, неглубоким залеганием водоупорных засоленных пород. При неграмотном и бесконтрольном орошении эти факторы становятся мощным двигателем неблагоприятных изменений в направленности процессов почвообразования. Сложность и специфичность природных условий Сибири обусловили формирование широкого спектра черноземов – самобытных и, в целом, более хрупких и ранимых, чем их европейские аналоги. Исследованиями установлено, что существующее в настоящее время в профиле этих почв благоприятное (в агромелиоративном отношении) сочетание водной, воздушной и твердой фаз и их равновесие, созданное и поддерживаемое черноземным процессом почвообразования, находятся на предельном уровне, близком к критическому, т. е. буферные возможности черноземов противостоять ненормированному орошению весьма ограничены.

Основная беда ненормированного орошения – это инфильтрационные потери влаги. Именно они создают целый ряд проблем – начиная от формирования гидроморфных условий и ухудшения аэрации и заканчивая непроизводительными потерями поливных вод. Это неизбежно приводит к снижению плодородия почв, а нередко и к трансформации их в непригодные для использования. При этом характер и темпы негативных изменений будут различны. Так, в пределах пониженных, плохо дренируемых равнин (Северо-Кулундинская, Прииртышская, Ишимская) это подъем грунтовых вод, заболачивание, вторичное засоление, осолонцевание профиля и, как следствие, полная утрата плодородия. Достаточно 20–30 лет бесконтрольного орошения, а при тяжелом гранулометрическом составе и близко залегающих минерализованных грунтовых водах – и 10 лет, чтобы вывести земли из сельскохозяйственного оборота.

Иной характер воздействия ненормированного орошения на приподнятых, хорошо дренируемых равнинах (Приобское плато), где почвы развиты на мощной толще рыхлых лессовидных суглинков. Здесь за 2–3 года повышенное увлажнение почвенно-грунтовой толщи может распространиться на глубину 4–5 м и более. А это чревато просадочными явлениями, приводящими к увеличению плотности, уменьшению общей пористости и пористости аэрации. В итоге снижается способность почв противостоять развитию в их профиле явлений переувлажнения и анаэробнозиса, особенно на выровненных водоразделах с близким залеганием слоев, облегченного гранулометрического состава [1].

Учитывая все это, мы считаем, что основным стратегическим направлением при разработке экологически безопасных, ресурсосберегающих режимов орошения в Западной Сибири является ориентация на исключение инфильтрационных потерь влаги.

Сибирские черноземы обладают рядом региональных и провинциальных особенностей, игнорировать которые при введении их в орошение с контролируемыми условиями нельзя. Наиболее важными в агромелиоративном отношении региональными особенностями сибирских черноземов являются глубокое, длительное сезонное промерзание и ограниченные тепловые ресурсы (как по глубине прогревания профиля, так и по количеству поступающего тепла). Как следствие этого, для них характерна малая мощность слоя интенсивного тепловлагооборота и биологической деятельности и, соответственно, малая мощность формирующегося гумусового горизонта (40–50 см). Отсюда необходимость контроля за мощностью увлажняемого при поливах слоя. Результаты многочисленных исследований свидетельствуют, что в условиях Западной Сибири, независимо от зоны, почвенной разности и возделываемой культуры, мощность слоя оптимального увлажнения почвы вегетационными поливами не должна превышать мощности гумусового горизонта, слоя наиболее агрофизически ценного, плодородного и теплого. “Заставляя” растения потреблять влагу именно из этого слоя, мы получаем ряд преимуществ: повышается продуктивность расхода влаги, что способствует накоплению биомассы с высо-

ким содержанием сухого вещества; поступающая влага полностью вовлекается в эвапотранспирацию, что практически исключает инфильтрационные потери – основной источник бед ненормированного орошения; поливные нормы невысоки (350–450 м³/га), что более безопасно в эрозионном отношении [2].

Следующие особенности связаны с геологической историей, строением территории и климатом юга Западно-Сибирской равнины, предопределившими большую сложность природно-мелиоративной обстановки на преобладающей части ее черноземной зоны. Различия в геологическом строении, рельефе, мощности и литологии покровных и почвообразующих пород, характере их засоления и обводнения, степени дренированности, климатической обстановке обусловили формирование целого спектра черноземов – от легкосуглинистых Северо-Кулундинской, Прииртышской и Кустанайской равнин с глубоким залеганием глин до тяжелосуглинистых Ишимской равнины с близким залеганием водоупоров. Каждый из этих черноземов имеет свой неповторимый облик, обусловленный различиями в гранулометрическом составе, характере порового пространства, энергетике водоудержания и массопереноса, условиях доступности влаги для растений, засолении и т.д. Имеющиеся материалы глубокого профильного изучения физических и мелиоративных свойств черноземов Западной Сибири позволили подразделить их на семь неравноценных в ирригационно-мелиоративном отношении групп [3]. Не будем подробно останавливаться на характеристике каждой из них, приведем лишь два примера для того, чтобы оценить степень контрастности объектов нашего внимания.

Черноземы южные и обыкновенные карбонатные глинистые и тяжелосуглинистые (содержание ила 40–50 %) с близким (3–5 м) залеганием водоупорных глин наиболее распространены в южной степной части Ишимской равнины. Удовлетворительно водопроницаемые в гумусовом горизонте, они теряют это свойство уже в иллювиальном (гор. В). Нижняя часть их профиля и подстилающие породы засолены. Из-за высокой илистости и засоления имеют повышенную водоудерживающую способность. Это одни из самых высоко влагоемких (300–350 мм в метровом слое)

почв лесостепной и степной зон. Необходимая часть порового пространства в их профиле невелика и не способна вмещать дополнительную влагу без существенного нарушения условий аэрации, а подстилающие породы характеризуются отсутствием пор аэрации даже при современном естественном увлажнении. Отсюда очевидно, что малейшее переувлажнение этих почв приведет к заболачиванию.

Другой пример – оподзоленные, выщелоченные и обыкновенные черноземы Приобья. Почвообразующие и подстилающие породы здесь – лессовидные, сильнопылеватые и незасоленные суглинки, в основном средние и легкие. Черноземы хорошо микроагрегированы, что является благоприятным агрофизическим свойством, обеспечивающим неплохие водно-воздушные условия в их профиле, несмотря на распыленность и неводопрочность макроструктуры. Это обусловило высокую пористость черноземов (более 60 % в пахотном слое) с характерным для лессовидных суглинков составом порового пространства: повышенное и почти равное содержание мелких и крупных пор и пониженное – средних. Такой состав обеспечивает хорошую водоудерживающую способность (наименьшая влагоемкость 260–290 мм в метровом слое) и, что очень важно, широкий диапазон активной влаги (180–200 мм), повышенную капиллярную мобильность ее, высокую аэрируемость, водоотдачу и хорошую естественную дренированность почвенно-грунтовой толщи [4]. По комплексу агрофизических и водных свойств эти черноземы считаются лучшими из всех рассматриваемых групп. Однако некоторые свойства этих черноземов, благоприятные в богарных условиях, превращаются в свою противоположность при орошении, особенно ненормированном. Так, например, высокая пористость и рыхлость предопределяют просадочные явления. К тому же они легко размываются, что способствует усилению эрозионных процессов.

Из приведенных примеров совершенно очевидно, что единого подхода к использованию черноземов Западной Сибири в орошаемом земледелии быть не может. Невозможно разработать режим орошения, одинаково подходящий каждому из них. Только

строго дифференцированный, научно обоснованный подход позволит избежать деградации свойств этих уникальных почв. В основе дифференциации режимов орошения лежит, на наш взгляд, необходимость установления для каждого отдельного случая такого параметра почвенного увлажнения, как допустимый предел эваподесуктивного иссушения почвы перед поливом, или предполивной порог (ПП) и, соответственно, диапазон влажности, поддерживаемый орошением в слое установленной мощности. Оптимальный вариант такого диапазона предполагает хорошую доступность влаги для растений. Верхней границей его следует считать для всех почв наименьшую влагоемкость (НВ). Выше НВ влага подвержена действию гравитационных сил и стекает, образуя прямые инфильтрационные потери. А вот нижняя граница (предполивной порог, или допустимый предел эваподесуктивного иссушения) будет различной в зависимости от гранулометрического состава и характера порового пространства.

Серией опытов лаборатории почвенно-физических процессов предполивные пороги и соответствующие режимы орошения черноземов установлены для всех градаций гранулометрического состава – от супесчаного до тяжелосуглинистого. Так, в супесчаных почвах влага удерживается преимущественно в стыковой форме и поэтому малоподвижна. Однако вследствие крупной пористости исследованных почв стыковые скопления влаги в них относительно большие, силы, удерживающие влагу в этих скоплениях, невелики, и для корневых волосков растений не составляет труда использование этой влаги. Опыты показали, что влажность в супесчаных разностях можно без ущерба для продуктивности растений снижать до 55 % от НВ [5]. Эта величина и принята на данных почвах за предполивной порог.

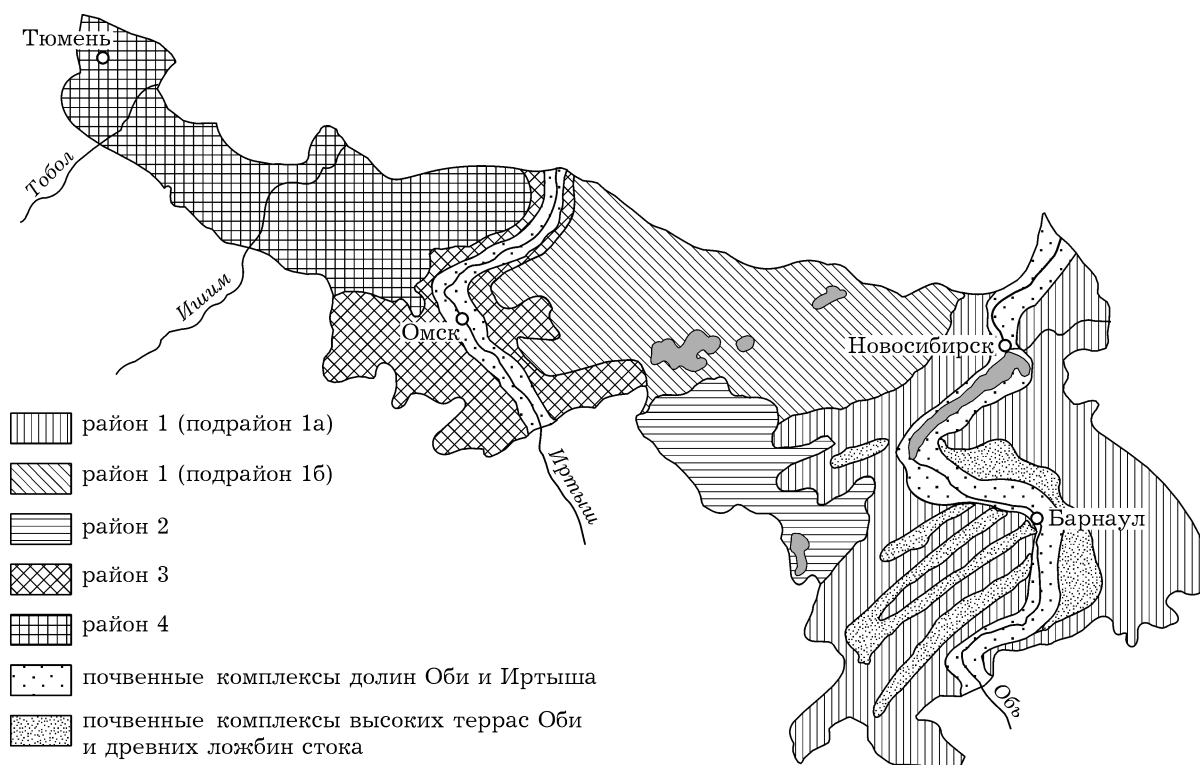
Легкосуглинистые черноземы по комплексу водно-физических свойств мало чем отличаются от супесчаных. В них также влага находится преимущественно в капиллярно-стыковой форме даже при высокой степени увлажнения (близкой к НВ) и практически не способна к восходящему передвижению к зоне испарения. Но, будучи дискретной и малоподвижной, влага этих почв остается

относительно легкодоступной для растений в широком интервале увлажнения – от НВ до 60 % НВ. Эти данные также подтверждены опытами [6], в которых установлено, что в легкосуглинистых черноземах допустимым нижним пределом эваподесуктивного иссушения почвы является влажность, соответствующая 60 % НВ.

В среднесуглинистых черноземах, в отличие от первых двух разностей, существует прямая зависимость между подвижностью почвенной влаги и ее доступностью для растений. Объясняется это тем, что неподвижная, капиллярно-разобценная влага в этих почвах сосредоточена на 100 % в мелких (< 3 мкм) порах и находится под воздействием сорбционных сил. Растениям необходимо развивать повышенное осмотическое давление, чтобы использовать эту влагу. Поэтому хорошо доступной в среднесуглинистых черноземах считается влага в диапазоне от НВ до влажности разрыва капиллярных связей (ВРК), фиксируемой при 70 % НВ. Эта величина и является здесь допустимым пределом иссушения почвы перед поливом. Данные, полученные в последние годы [2], свидетельствуют, однако, что продуктивное использование слабоподвижной или статически доступной влаги возможно и на этих почвах и будет зависеть от биологических особенностей культур и степени развития их корневых систем. Так, люцерна, обладая мощной, хорошо разветвленной корневой системой, способна усваивать статически доступную влагу, не снижая при этом продуктивности.

В тяжелосуглинистых и глинистых черноземах растения относительно хорошо могут усваивать влагу в очень узком диапазоне 75(80)–100 % НВ. Ниже границы 75 % НВ влага сосредоточена в тонких (< 3 мкм) и ультратонких (< 0,2 мкм) порах и недоступна растениям. Все это вместе с низкой водоотдачей и резервной водовместимостью, высокой обводненностью и отсутствием пор аэрации в подстилающих толщах делает весьма проблематичным орошение таких черноземов, а в случае засоления и близкого залегания глин – и вовсе невозможным.

Учитывая группировку черноземов по водно-мелиоративным свойствам, используя в качестве основы почвенные карты, карты-схемы гранулометрического состава, пороз-



Карта-схема районирования режимов орошения черноземов в лесостепной и степной зонах Западной Сибири.

ности аэрации и наименьшей влагоемкости, мы составили карту-схему районирования режимов орошения (см. рисунок). Выделенные районы не означают использования предложенных рекомендаций по режимам орошения на любых встречающихся там почвах. Речь идет только о черноземах того или иного гранулометрического состава. Так, например, в один ареал объединены Приобье и Бараба, несмотря на то, что в Барабе черноземы занимают очень ограниченную площадь – около 10 % территории равнины.

В первый район мы включили оподзоленные, выщелоченные, обыкновенные и южные черноземы среднесуглинистого гранулометрического состава, занимающие обширные водораздельные пространства Приобского плато (подрайон 1а) и выщелоченные и обыкновенные черноземы грив Барабинской равнины (подрайон 1б). По комплексу агрофизических свойств все они близки между собой. Различие в том, что почвообразующими и подстилающими породами в Приобье является мощная толща лессовидных незасоленных суглинков, Бараба же сложена озерно-аллювиальными неогеновыми и современ-

ными четвертичными песчано-глинистыми и суглинистыми отложениями, обычно карбонатными и нередко засоленными. По этой причине черноземы Барабы хуже макро- и микроагрегированы и носят следы былой солонцеватости. Это накладывает свой отпечаток в том плане, что негативные последствия ненормированного орошения в Барабе и в Приобье будут различны, но не влияет на выбор режима орошения, поскольку все это средние суглинки. Выше уже отмечались положительные стороны и особенности гидрофизики почв среднесуглинистого гранулометрического состава, поэтому констатируем только, что рекомендованный нами режим орошения предполагает регулирование увлажнения слоя 0–(40)50 см вегетационными поливами в диапазоне 70 % НВ – НВ. Поливные нормы не должны превышать 450–500 м³/га.

Второй район – это южные черноземы грив и плоских гривовообразных повышений Северо-Кулундинской и Прииртышской равнин. Профиль их обычно не содержит легкорастворимых солей. Грунтовые воды на гривах пресные и залегают на глубине 5–10 м и

ниже. Гранулометрический состав легкосуглинистый, реже супесчаный. Сравнительно мощная толща подстилающих пород легкого гранулометрического состава обеспечивает хорошую дренированность черноземов на гривах. Рекомендуемый режим: регулирование влажности в слое 0–40(50) см в диапазоне 60 % НВ–НВ. Вследствие малой влагоемкости, которая в данном слое не превышает 110–115 мм, поливные нормы не выше 430–450 м³/га. В супесчаных разностях нижнюю границу диапазона можно опускать до 55 % НВ. Здесь влагоемкость еще ниже (95–100 мм) и поливные нормы равны 400–420 м³/га.

Третий район – это черноземы, развитые на маломощных (до 3–5 м) и неоднородных по гранулометрическому составу четвертичных отложениях, в которых тяжелые суглинки сменяются с глубиной опесчаненными средними и легкими суглинками и даже супесями. Это преимущественно выщелоченные черноземы, приуроченные к приречным массивам, тянущимся вдоль Иртыша, Оми, Ишима, Тобола, а также черноземы обыкновенные и южные обычные, составляющие основной фон типичной и колючей степи, расположенной к западу от Иртыша. Гранулометрический состав их верхней 0–100 (150) см толщи однородный, тяжелосуглинистый, песчано-иловатый. Подстилающие породы почти всегда засолены. Некоторая облегченность профиля глубже 150 см обеспечивает лучшую его дренированность, несколько снижает водоудерживающую способность и степень обводненности порового пространства, что делает в принципе возможным орошение этих черноземов при строжайшем соблюдении установленного режима, а именно увлажнение вегетационными поливами слоя не глубже 40 см, и диапазон регулируемой в нем влажности должен составлять 75 % НВ–НВ. Поливные нормы – не выше 350–400 м³/га.

В четвертый район включены черноземы южные и обыкновенные карбонатные и некарбонатные, развитые на массивах, сложенных маломощной толщей четвертичных отложений, имеющих в основном тяжелосуглинистый гранулометрический состав с высоким содержанием ила и физической глины. Они подстилаются неогеновыми тяжелыми водоупорными глинами. Распространены в

южной степной части Ишимской равнины, в центральных частях водоразделов Убаган-Ишимского и Ишим-Иртышского междуречий. Нижняя часть их профиля и подстилающие породы засолены. Для них характерны высокая водоудерживающая способность, низкая водоотдача и резервная водовместимость, малое количество пор аэрации. Орошение этих черноземов традиционными способами, не исключая фильтрационные потери оросительных вод, неизбежно и очень быстро приведет к образованию верховодки, поднятию влаги и солей непосредственно в почвенный профиль и созданию в нем солончаковых условий. Все это делает их благоприятными к использованию только в богарном земледелии.

В заключение хотелось бы коротко суммировать общие принципы и подходы, которых необходимо придерживаться при орошении черноземов в Западно-Сибирском регионе.

1. Орошение должно быть строго нормированным, прежде всего исключая инфильтрационные потери влаги, поскольку, во-первых, именно они являются источником большинства бед орошаемого земледелия на всей без исключений территории зоны, а во-вторых – это одно из направлений ресурсосбережения.

2. Нормирование предполагает строгий контроль за соблюдением основных параметров почвенного увлажнения:

а) мощность увлажняемого вегетационными поливами слоя не должна превышать 40–50 см по всему региону;

б) увлажнение вышеназванного слоя должно регулироваться строго в диапазоне от предполивного порога до НВ, для чего в каждом конкретном случае необходимо наладить систему оперативного контроля за влажностью почвы до глубины 50 см.

3. Орошение должно быть дифференцированным в плане применимости для расчетов поливных норм того или иного предполивного порога, где учитывались бы прежде всего гранулометрический состав почв и подстилающих пород, характер и степень засоления, условия залегания водоупоров.

4. Поливные нормы в каждом случае будут соответствовать разности между запаса-

ми влаги в слое 0–40 или 0–50 см при увлажнении, соответствующем предполивному порогу, и запасами влаги при НВ, а количество поливов и их конкретные сроки будут зависеть от складывающихся погодных условий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. А. Шапорина, А. В. Чичулин, *Мелиорация и водное хозяйство*, 1995, 3, 33–34.

2. В. П. Панфилов, Н. А. Шапорина, Черноземы: свойства и особенности орошения, Новосибирск, Наука, Сиб. отд-ние, 1988, 193–232.
3. В. П. Панфилов, А. П. Трубецкая, Там же, 17–30.
4. Н. И. Чащина, *Агрофизическая характеристика почв Западной Сибири*, Новосибирск, Наука, Сиб. отд-ние, 1976, 275–296.
5. В. П. Панфилов, *Физические свойства и водный режим почв Кулундинской степи*, Новосибирск, Наука, Сиб. отд-ние, 1973.
6. В. П. Панфилов, Л. А. Сенькова, Черноземы: свойства и особенности орошения, Новосибирск, Наука, Сиб. отд-ние, 1988, 181–193.

Concerning the Strategy and Tactics of Irrigation of Chernozems in West Siberia

N. A. SHAPORINA, A. A. TANASIENKO

The work is dedicated to the problems of rational ecologically safe use of chernozems - the main automorphous type of irrigated soils in the forest-steppe and steppe zones of West Siberia. For the main provinces of the region, theoretically and experimentally substantiated are the most important elements of soil humidification, and on this basis soil protection regimes of irrigation are developed.