

ВЛИЯНИЯ МЕЛИОРАТИВНЫХ ПРИЕМОМ НА АГРОГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БУРЫХ ПОЛУПУСТЫННЫХ ПОЧВ САРПИНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Э.Б. Дедова, д.с.-х.н., М.А. Сазанов, Калмыцкий филиал ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова, А.А. Душкина, Волгоградский ГАУ

Представлены результаты полевых экспериментов по изучению влияния мелиоративных приемов на агрогидрологические свойства бурых полупустынных почв Сарпинской низменности. Установлено, что при проведении дополнительных мелиоративных приемов обработки поверхности почв рисовых полей – щелевания и кротования на глубину 40-50 см – наблюдаются уменьшение плотности сложения почвы, улучшение аэрации и впитывающей способности почвы.

Ключевые слова: мелиоративные приемы, кротование, щелевание, вторичное засоление, плотность сложения, скорость впитывания воды, рисовые севообороты.

На рисовых оросительных системах в условиях Сарпинской низменности наблюдается сложная почвенно-мелиоративная обстановка, связанная с высоким уровнем природного засоления и осолонцевания, бессточностью территории, большими водными нагрузками при орошении риса и отсутствием эффективно действующей коллекторно-дренажной сети, интенсивностью развития негативных процессов подтопления, вторичного засоления и уплотнения почв. Все это сказывается на снижении продуктивности рисовых севооборотов [1]. Так, анализ современной экологической обстановки на рисовых оросительных системах Сарпинской низменности показывает, что из общей площади орошаемых земель (8031 га) – 43% (3459 га) находится в удовлетворительном мелиоративном состоянии, а 57% (4572 га) – в неудовлетворительном из-за вторичного засоления и осолонцевания [2]. Для экологически безопасного функционирования рисовых мелиоративных агроландшафтов требуется проведение комплекса адаптивных мероприятий (включая агротехнические, гидромелиоративные, фитомелиоративные, агрохимические и др.), которые до сих пор в полной мере не осуществляются.

Цель исследований – изучить влияние мелиоративных приемов обработки поверхности рисовых полей на агрогидрологические свойства бурых полупустынных почв.

Методика. Полевые исследования проводили в 2012-2014 гг. на рисовом инженерном участке ФГУП «Харада» Октябрьского района Республики Калмыкия, расположенном в зоне деятельности Сарпинской обводнительно-оросительной системы. В полевом эксперименте изучали два фактора. Схема опыта по предшественнику риса (фактор А) предусматривала два варианта: А₁ – рис, А₂ – люцерна 3-го года жизни. Агро-мелиоративные приемы (фактор В) включали следующие варианты: В₁ – зяблевая вспашка на глубину 20-22 см (контроль), В₂ – зяблевая вспашка с почвоуглублением до 40 см; В₃ – зяблевая вспашка + щелевание на глубину 40-50 см; В₄ – зяблевая вспашка + кротование на глубину 40-50 см. Варианты опытов размещались в рисовых чеках на площади по 4 га. Полевые опыты закладывали методом организованных повторений на двух

предшествующих культурах – риса и люцерны 3-го года жизни. Повторность опыта трехкратная. Размер делянок 1000 м².

Основная обработка почвы включала зяблевую вспашку на глубину 20-22 см (контрольный вариант) плугом навесным четырехкорпусным ПЛН-4-35, агрегатируемым с трактором ДТ-75 М, и зяблевую вспашку с почвоуглублением до 40 см, выполненную также плугом ПЛН-4-35 с навешенными вырезными почвоуглубительными корпусами. Ранней весной проводили дискование зяби прицепными бородами БД-7, выравнивание поверхности рисовых полей под нулевую плоскость с отклонениями $\pm 3-5$ см при помощи планировщика Д-719. Посев риса проводили в I-II декадах мая. Узкорядный и рядовой посев осуществляли сеялкой СЗР-3,6 с заделкой семян на глубину 1-2 см, а разбросной способ посева – агрегатом СНЦ-500. Норма высева семян 6,5-7,0 млн шт/га. Под основную обработку почвы вносили фосфорные удобрения в дозе – Р₄₀, одновременно с посевом – минеральные удобрения в дозе N₄₀P₂₀ кг д.в./га. В период вегетации проводили две подкормки – в фазе всходов растений риса N₂₅₋₃₀ кг д.в./га и в начале кущения в дозе N₃₅₋₄₀ кг д.в./га. Щелевание и кротование поверхности почвы на глубину 40-50 см осуществляли после посева риса перед его затоплением с помощью специальных орудий – щелерезом и кротователем, навешенными на трактор ДТ-75М. Расстояние между щелями и кротодренами – 100-150 см. Ширина щелей – до 5 см, диаметр кротовин – 8 см. В качестве основного способа полива риса во всех вариантах опыта применяли режим укороченного затопления с оросительной нормой 18-19 тыс. м³/га.

Для анализа почвенно-мелиоративного состояния рисовых полей проводили камеральные и полевые исследования, использовали Фондовые материалы почвенно-аналитической лаборатории за 1983-2014 гг. Калмыцкого филиала ВНИИГиМа. Полевые исследования проводили согласно методике Б.А. Доспехова (1985), Методике полевого опыта в условиях орошения (ВНИИОЗ, 1983). В ходе полевых экспериментов определяли структурные и водно-физические свойства почв: гранулометрический состав по методу Н.А. Качинского; плотность твердой фазы пикнометрическим способом; плотность сложения почвы методом режущего кольца; влажность термостатно-весовым методом; наименьшую влагоёмкость методом заливаемых площадок; скорость впитывания почвы при помощи прибора Нестерова ПВН-00, позволяющего фиксировать объёмы воды, поступающей в почву из круглых колец, в которых постоянно поддерживается слой воды толщиной 5 см.

Почвы опытного рисового участка – зональные бурые полупустынные сложного гранулометрического состава, который и определят структурные водно-

физические их свойства, существенно изменяющиеся по глубине профиля. Если верхний слой (0-0,2 м) сложен средними суглинками, то далее (в горизонтах 0,2-1,2 м) размещаются тяжёлые суглинки с периодическими небольшими прослоями глин, а глубже их подстилают глины лёгкого и среднего составов.

Агрохимические свойства почв зависят во многом от культуры, возделываемой на данном участке в качестве предшественника. В варианте, где предшественником был рис, наблюдалось низкое содержание гумуса (в слое 0-20 см – 1,28%). Запасы щёлочногидролизуемого азота составляли 65 мг/кг почвы, что соответствует низкому уровню. Содержание подвижного фосфора повышенное (92 мг/кг и более), оно сформировалось в результате систематической плановой подкормки посевов риса минеральными фосфорными удобрениями в дозах не менее 90 кг д.в./га и не полной усвояемости их растениями. Обменный калий в избытке (520 мг/кг) из-за очень высокой природной обеспеченности данным элементом.

В почве, где в качестве предшественника возделывали в течение трёх лет люцерну, отмечены следующие особенности: за счёт накопления органического вещества от опадающей наземной массы и корневых растительных остатков, запасы гумуса в верхнем пахотном слое (0-20 см) увеличились до 1,95%, или на 52,3%. Также отмечено их возрастание и в слоях 20-40 и 40-60 см – на 19,2-42,7%. Содержание щёлочногидролизуемого азота на 20,5-88,1% выше по сравнению с предшественником риса, а подвижного фосфора в слое почвы 0-40 см на 5,2-8,3% ниже. Однако за счёт поступления растительных остатков люцерны отмечено увеличение содержания фосфора в подпахотном горизонте на 43,4% по сравнению с предшественником – рисом.

Результаты и их обсуждение. Водно-физические свойства почвы в значительной степени влияют на её плодородие. В процессе возделывания риса и других культур рисового севооборота происходят уплотнение тяжелосуглинистых почв и ухудшение их физических и водных показателей. Так, наибольшая плотность сложения почв наблюдалась в звене рисового севооборота рис – рис: в слое 0-20 см она составляла в среднем 1,35 т/м³, в слое 0-40 см – 1,38 и в слое 0-60 см – 1,44 т/м³. В звене рисового севооборота люцерны – рис плотность сложения почв по рассмотренным горизонтам составляла, соответственно, 1,32; 1,37 и 1,40 т/м³. Плотность твёрдой фазы также имеет тенденцию к возрастанию по глубине и изменяется от 2,47 до 2,74 т/м³. Пористость почвы, зависящая от соотношения плотности сложения к плотности её твёрдой фазы, по глубине плавно уменьшалась в горизонте 0-100 см с 46-47 до 43% от объёма почвы, а в слое 100-240 см – до 38%.

Анализ полученных водно-физических показателей в весенний период – до первоначального затопления риса показывает, что наибольшую эффективность обеспечивают комбинированные приёмы обычной вспашки в сочетании со щелеванием и кротованием. Плотность сложения верхнего горизонта почвы (0-20 см) снижается при предшественниках – люцерне до 1,19-1,20 т/м³ и рисе до 1,24-1,25 т/м³, что на 10-13% меньше по сравнению с обычной обработкой. На плотность твёрдой фазы почвы рисовых полей приёмы мелиоративной обработки существенного влияния не оказывают. Однако отмечено, что при проведении щелевания и крото-

вания, по сравнению с контрольным вариантом, на 6,6-10,6% возрастает пористость в верхнем слое 0-60 см.

Наименьшая влагоёмкость почвы рисовых полей зависит от уровня плотности их сложения. Так в контрольном варианте она уменьшалась в слое 0-60 см с 25,8-26,0 до 24,2-24,7% (от объёма почвы). Возделываемые культуры на неё влияния не оказывали, в то же время проведение таких приёмов обработки, как щелевание и кротование способствовало увеличению НВ в верхнем слое (0-20 см) до 27,4-28,5% от объёма, что на 7,5-9,6% выше, по сравнению с контролем.

Исследования выявили, что к концу сезона при возделывании риса во всех вариантах опыта наблюдалось ухудшение водно-физических свойств почв. Так плотность сложения самого верхнего горизонта почвы 0-20 см осенью в контрольном варианте составляла 1,40-1,41 т/м³, что на 4,4-6,1% превышало весенние показатели. В слое 20-40 см уплотнение было гораздо меньше и составляло уже всего 1,4-2,8%. Соответственно, произошло и уменьшение пористости почвы: в горизонте 0-20 см – на 5,5-7,7% и в слое 20-40 см – на 2,7-5,4%. При вспашке с почвоуглублением до 40 см к осени верхний слой почвы (0-20 см) имел уровень уплотнения, не отличающийся от контрольного варианта. В горизонте 20-40 см наблюдалось увеличение плотности сложения на 2,2-4,8%, но в целом она была на 7,0-10,5% меньше по сравнению с контролем. Пористость почвы уменьшилась, соответственно, на 6,0-7,6 и 2,6-6,1%.

В варианте вспашки с дополнительным щелеванием и кротованием к осени пористость в слое 0-20 см уменьшилась с 50-52 до 45,6-46,4%, или в 1,15 раза, а в горизонте 20-40 см – с 46,3-48,0 до 44,8-45,4% (в 1,05-1,12 раза).

Следовательно, щелевание и кротование способствуют эффективному улучшению агрофизических свойств почв рисовых полей, прослеживающемуся на протяжении всего вегетационного периода и сохраняющемуся в последующий сезон возделывания риса.

Как установлено, общая тенденция протекания процесса впитывания влаги в почву носит затухающий характер, так как в начальный период вода свободно перемещается по трещинам, крупным пустотам, корневым ходам и ходам землероев, а затем постепенно заполняет всё более мелкие пустоты и поры. Конкретные количественные параметры впитывания зависят от многих факторов: водно-физических и агрохимических свойств почв, степени их влажности, температуры воды и др. [3, 4].

Результаты исследований показали, что график скоростей впитывания воды в почву рисовых полей при предшествующей культуре – люцерне (рис.1) при всех изучаемых приёмах обработки поверхности на первоначальном отрезке осуществления данного процесса в течение первых трех часов представляют собой плавно изменяющиеся убывающие кривые линии, а далее – прямые линии с направлением в сторону убывания.

Анализ данных выявил, что самое эффективное впитывание во всех вариантах опытов фиксировалось в первый час осуществления данного процесса, но его количественные показатели напрямую зависели от водно-физических свойств почв, на которые (в свою очередь) оказывали определённое влияние способы обработки поверхности. Наименьшие показатели скорости впитывания воды зафиксированы при обычной обработке (зяблевой вспашке на глубину 20-22 см), принятой за контрольный вариант. Максимальная скорость

впитывания столба воды (1,9 мм/мин, или 114 мм/ч) отмечалась в первые 10 мин опыта (объём поступившей в почву воды составил 19 мм). В последующие 10 мин средняя скорость впитывания снизилась до 1,2 мм/мин (72 мм/ч), а объём впитывания – до 12 мм. К концу первого часа с момента начала опыта скорость впитывания снизилась до 0,7 мм/мин (37 мм/ч). Общий объём впитывания за первый час составил 58 мм, что соответствует, по общепринятой классификации по степени водопроницаемости почв [5], хорошему уровню. Это связано с тем, что первоначально влага впитывалась в наименее уплотнённый верхний горизонт почвы, подверженный различным агротехническим приёмам разрыхления в процессе возделывания риса (вспашка, боронование и др.).

В ходе дальнейшего периода наблюдений в контрольном варианте происходило постепенное затухание процесса впитывания и к 10-му часу наблюдений средняя его скорость уменьшилась до 0,34 мм/мин (20,5 мм/ч), т.е. водопроницаемость упала до неудовлетворительного уровня. Объём поступившей воды за этот период составил 258 мм (2580 м³/га). Через 24 ч замеров скорость впитывания снизилась до 0,28 мм/мин (17 мм/ч). При этом общие объёмы поступившей в почву воды достигли 515 мм.

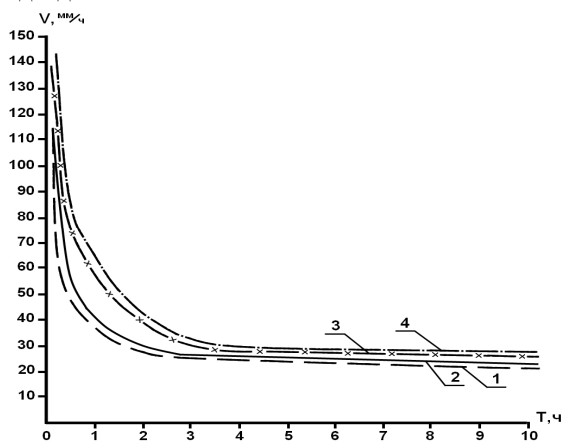


Рис. 1. Кривая скоростей впитывания воды в бурые полупустынные почвы при различных приемах мелиоративной обработки в звене рисового севооборота люцерны – рис:

1 – зяблевая вспашка на глубину 20-22 см (контроль); 2 – зяблевая вспашка с почвоуглублением до 40 см; 3 – зяблевая вспашка + щелевание на глубину 40-50 см; 4 – зяблевая вспашка + кротование на глубину 40-50 см (здесь и на рис. 2)

В варианте зяблевая вспашка с почвоуглублением до 40 см в 1-й час опыта наблюдалось более высокое поступление воды в почву (объём – 63 мм, или на 8,6% больше по сравнению с контролем). Через 10 ч скорость впитывания составляла 0,36 мм/мин, а объём впитавшейся влаги – 276 мм (что на 6,9% выше по сравнению с контролем). Через 1 сут объём впитывания вырос до 542 мм. Максимальное влияние на интенсификацию процесса впитывания воды в почву оказывали такие приёмы, как щелевание и кротование на глубину 40-50 см. Так, в первый 10-минутный интервал средняя скорость впитывания достигала 2,4 мм/мин, или 144 мм/ч, что на 26,3% выше, чем на контроле. К концу 1-го часа подачи воды скорость впитывания уменьшилась до 1,0-1,1 мм/мин., а общие объёмы поступления воды составили 75-85 мм, что соответствует хорошему уровню водопроницаемости. К 10-му часу наблюдений средняя скорость впитывания в вариантах щелевания и

кротования снизилась до 0,42-0,43 мм, но объём впитывания достиг 338-358 мм (превышение по сравнению с контролем 29,7-31,0%). Через 1 сут скорость впитывания снизилась до 19,0 мм/ч, а объём впитывания увеличился до 638-672 мм (в 1,24-1,30 раза больше контрольных показателей).

При предшествующей культуре – рисе график скоростей впитывания в почву рисовых полей (рис. 2) имеет несколько другую конфигурацию и представляет собой ломаные кривые, состоящие из отдельных прямолинейных участков с различными уклонами по направлению в сторону убывания.

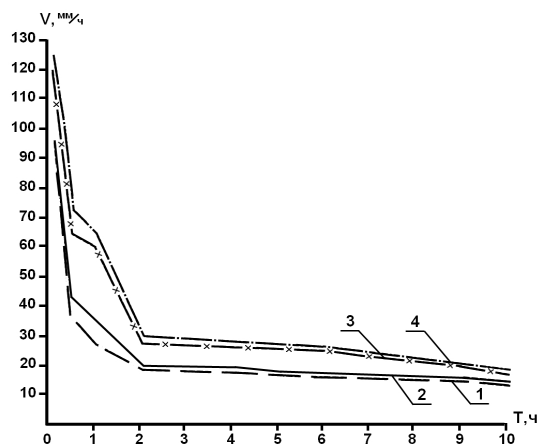


Рис. 2. Кривая скоростей впитывания воды в бурые полупустынные почвы при различных приемах мелиоративной обработки в звене рисового севооборота рис – рис

Это связано с тем, что в почве содержатся, как отмечалось ранее, повышенные запасы влаги, оставшиеся после возделывания данного предшественника и поэтому процесс насыщения грунтов водой до уровня наименьшей влагоёмкости протекает не планомерно, а скачкообразно. Анализ данных показывает, что в контрольном варианте (зяблевая вспашка на глубину 20-22 см) в первые 10 мин наблюдений средняя скорость впитывания составляла 1,6 мм/мин и к концу 1-го часа снизилась до 0,45 мм/мин, а объём впитывания достигал 46 мм, что соответствует удовлетворительной степени водопроницаемости. Через 10 ч опытов скорость впитывания уменьшилась до 0,21 мм/мин при объёме впитавшейся воды 181,5 мм, а через 16 ч она упала до 0,18 мм/мин и общий объём впитывания составил 251 мм.

В варианте зяблевая вспашка с почвоуглублением до 40 см при данном предшественнике в 1-й час замеров количество впитавшейся воды составило 62 мм (на 37,8% больше контроля). Через 16 ч объём впитывания возрос до 276 мм (превышение над контролем – 10%). Такие агро-мелиоративные приёмы как щелевание и кротование способствуют улучшению впитывания в первоначальный период подачи воды. За первые 10 мин скорость впитывания составляла 2,0-2,1 мм/мин, что в 1,25-1,30 раза выше по сравнению с контролем, а к концу 1-го часа она хоть и снизилась до 1,0-1,1 мм/мин, но, по-прежнему, в 1,67-1,87 раза превышала контрольные параметры. Объёмы впитывания (76-84 мм) были на 68,8-86,7% выше контрольного варианта. Через 10 ч общее количество впитавшейся воды увеличилось до 277-293 мм (превышение над контролем – 52,6-61,4%), а через 16 ч – до 353,5-372 мм (рост на 40,8-48,2%).

Меньшие скорость впитывания и запасы воды в почве, поступающие в ходе осуществления данного процес-

са при предшественнике – рисе, объясняются более высокими значениями исходной влажности почвогрунтов.

Наибольшие запасы влаги в почве рисовых полей весной перед началом затопления наблюдались в вариантах опытов, где предшествующей культурой был рис. В среднем за три года в 10-сантиметровых горизонтах по глубине (общий слой 1,0 м) они колебались от 266 до 345 м³/га. При предшественнике – люцерне фактические запасы влаги в почве весной (перед затоплением риса) были несколько ниже. Так, по 10-см горизонтам в слое 0-50 см они колебались от 256 до 264 м³/га, а в слое 50-100 см – от 216 до 232 м³/га. Глубже по горизонтам наблюдалось постепенное возрастание запасов влаги – от 248-256 до 461-473 м³/га (на глубине 2,0 м), что связано с подпиткой влагой от грунтовых вод за счёт капиллярного поднятия.

Определение объёмов воды, необходимых для насыщения горизонтов почв рисовых полей до уровня наименьшей влагоёмкости, выявило следующее. В слое 0-60 см прослеживается тесная зависимость запасов влаги от сформировавшихся в ходе многолетней эксплуатации рисовых систем параметров водно-физических свойств почв, специфичных для различных предшественников (риса и люцерны), а также от степени влияния на них исследуемых способов агромелиоративной обработки поверхности.

В связи с более высоким уплотнением почв под рисом, являющимся предшественником, во всех рассматриваемых вариантах опытов объём влаги при НВ больше, по сравнению с вариантами, где в качестве предшественника выступает люцерна. Так, в горизонте 0-20 см в контрольном варианте и при вспашке с почвоуглублением отмечены максимальные запасы (340-347 м³/га в 10-см слое – при рисе и 338-342 м³/га – при люцерне), а в вариантах зяблевая вспашка + щелевание на глубину 40-50 см и зяблевая вспашка + кротование на глубину 40-50 см они были на 1,0-3,3% ниже.

В горизонте 20-50 см по 10-сантиметровым слоям на контроле запасы при НВ колеблются: 350-354 м³/га (по рису) и 349-363 м³/га (по люцерне). В вариантах с щелеванием и кротованием данные показатели были меньше на 4,8-16,8%.

В более глубоких горизонтах почвы во всех вариантах опытов запасы влаги, соответствующие НВ, выравниваются. Так, по рису (в слоях 60-100 см), они составляют 342-346 м³/га, а при предшественнике – люцерне: в слое 60-100 см колеблются от 343 до 370 м³/га, в слое 100-150 см постепенно возрастают с 402 до 499 и в слое 150-200 см увеличиваются с 507 до 532 м³/га.

Таким образом, после возделывания риса весной остаются большие влагозапасы, позволяющие возделывать ряд сельскохозяйственных культур севооборота без орошения, о чём свидетельствуют многочисленные научные разработки и практический опыт. Даже для достижения уровня наименьшей влагоёмкости в слое 0-60 см необходимо в среднем в каждый 10-сантиметровый горизонт почвы подавать в условиях

степной части рисовых систем Калмыкии по 34-38 м³/га воды. Причём основные её объёмы приходится на разрыхленный верхний горизонт (0-30 см).

Если предшественником выступает люцерна, в верхний горизонт почвы (0-60 см) требуется подавать по 85-92 м³/га (в каждый 10-сантиметровый слой почвы). В нижележащих горизонтах эти нормы возрастают до 120-154 м³/га.

Обобщение данных позволило установить, что на полях, где в предыдущий период возделывали рис, для обеспечения повышения уровня влажности почв до 100% НВ нужно подавать в слой 0-50 см объём воды (норму) всего 170-205 м³/га, а в слой 0-100 см – 220-250 м³/га. При предшественнике люцерне для слоя 0-50 см эти нормы составляют 425-460 м³/га, а для расчётного слоя 0-100 см – 910-950 м³/га (табл.).

Общие объёмы воды, необходимые для насыщения почв рисовых полей до уровня НВ*

Расчётный слой почвы, см	Объём воды, м ³ /га			
	зяблевая вспашка			
	на глубину 20-22 см (контроль)	с почвоуглублением до 40 см	+ щелевание на глубину 40-50 см	+ кротование на глубину 40-50 см
<i>Звено рисового севооборота: рис-рис</i>				
0-40	176	157	178	173
0-60	189	170	196	195
0-100	240	221	247	248
<i>Звено рисового севооборота: люцерна-рис</i>				
0-40	355	328	337	352
0-60	569	535	552	574
0-100	946	912	929	951

*По расчётным слоям при первом затоплении риса, в зависимости от предшественника и способов обработки.

Заключение. Применение агромелиоративных приёмов обработки поверхности рисовых полей, к которым относятся щелевание и кротование, в условиях Сарпинской низменности позволяет значительно улучшить водно-физические свойства тяжёлых почв и повысить их впитывающую способность. Создаётся благоприятная обстановка для использования при возделывании риса водосберегающих технологий орошения – дождевания и периодических поливов напуском по чекам, широким полосам или по бороздам.

Литература

1. Бородычев В.В., Левина А.В., Дедова Э.Б., Очирова Е.Н. Эколого-энергетическая эффективность рисовых агроландшафтов Сарпинской низменности // Плодородие. – 2011. – № 2. – С. 21-23.
2. Дедова Э.Б., Бородычев В.В., Шуравилин А.В. Хозяйственно-мелиоративная оценка оросительных систем Республики Калмыкия // Мелиорация и водное хозяйство. – 2011. – № 4. – С. 11-13.
3. Костяков А.Н. Основы мелиорации. – М., 1960. – 621 с.
4. Роде А.А., Смирнов В.Н. Почвоведение. – М., 1972. – 479 с.
5. Практикум по почвоведению / Под ред. И.С. Кауричева – М.: Агропромиздат, 1986. – 336 с.

EFFECT OF RECLAMATION PRACTICES ON THE AGROHYDROLOGICAL PROPERTIES OF BROWN SEMIDESERT SOILS IN THE SARPINSKAYA LOWLAND

E.B. Dedova¹, M.A. Sazanov¹, A.A. Dushkina²

¹*Kalmyk Branch, Kostyakov All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation, ul. Gorodovikova 1, Elista, 358011 Republic of Kalmykia, Russia E-mail: kf_vniigim@mail.ru*

²*Volgograd State Agrarian University, pr. Universitetskii 26, Volgograd, 400002 Russia*

The effect of reclamation techniques on the agrohydrological properties of brown semidesert soils in the Sarpinskaya Lowland has been studied in field experiments. It has been found that the additional reclamation of soil in rice paddies—para-plowing and moling at a depth of 40–50 cm—decreases the bulk density and improves the aeration and infiltration capacity of soil.

Keywords: reclamation techniques, moling, para-plowing, secondary salinity, bulk density, water uptake rate, rice crop rotation.