

СОВРЕМЕННОЕ ЭКОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНОЕ СОСТОЯНИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ЛИМАННОГО ОРОШЕНИЯ ПОЛУПУСТЫННОЙ ЗОНЫ САРАТОВСКОГО ЗАВОЛЖЬЯ

Тарасенко П.В., Туктаров Р.Б.

ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова», Саратов, Россия (410600, г. Саратов, Театральная пл., 1), e-mail: sgau.kafzem@gmail.com

В данной работе представлены результаты сравнительной оценки современного эколого-мелиоративного состояния крупнейших инженерных систем Саратовского Заволжья на основе анализа многолетних экспериментальных данных по изучению почвенного и растительного покрова лиманов. Выявлены основные причины деградации лиманных земель, а также выделены направления по восстановлению экологической устойчивости изучаемых систем. Проведено картографирование участков деградации почв и растений с использованием космических снимков на примере Малоузенской инженерной системы лиманного орошения. В соответствии с полученными данными только 23,0% от совокупной площади системы соответствует уровню деградации «норма». С помощью ГИС-технологий выполнено моделирование процесса переустройства лимана «Бурдинский» с целью уменьшения площади затопляемых ярусов. Расчеты показали, что увеличение количества ярусов с 5 до 15 и уменьшение среднего размера одного яруса до 64 га позволят создать условия для использования невысоких оросительных норм и достижения оптимальных показателей коэффициента равномерности затопления.

Ключевые слова: лиманное орошение, деградация почв и растений, экологическая устойчивость, инженерная система лиманного орошения, переустройство лиманов.

MODERN ECOLOGICAL AND RECLAMATION CONDITION OF THE ENGINEERING SYSTEMS OF LIMAN IRRIGATION OF SEMIDESERT AREA OF SARATOV ZAVOLZHJE

Tarasenko P.V., Tuktarov R.B.

Saratov State Agrarian University n.a. N.I. Vavilov, Saratov, Russia (410600, Saratov, Teatralnaya square, 1), e-mail: sgau.kafzem@gmail.com

This paper presents the results of a comparative evaluation of the modern ecological and reclamation condition of the largest engineering systems of Saratov Zavolzhje based on the analysis of long-term experimental data on soil and vegetation cover of limans. The main causes of degradation of liman lands were identified and the destinations to restore the environmental sustainability of the studied systems were allocated. Mapping areas of degradation of soils and plants using satellite images on the example Malouzenskaya engineering system of liman irrigation was conducted. In accordance with the data obtained only 23.0% of the total area of the system corresponds to the degradation of the "norm". With the use of GIS technology was carried the modeling of reconstruction of liman "Burdinskiy" in order to reduce the area flooded tiers. Calculations have shown that increasing the number of tiers from 5 to 15, and decrease in the average size of one tier to 64 hectares would create the conditions for the use of low irrigation rates and optimal performance coefficient of uniformity of flooding.

Key words: liman irrigation, degradation of soils and vegetation, ecological stability, engineering system of liman irrigation, reconstruction of limans.

Современные инженерные системы лиманного орошения, расположенные в Александрово-Гайском и Новоузенском районах Саратовской области в связи с компактным расположением ярусов имеют водный режим почв, отличный от лиманов, орошаемых на местном стоке [6]. На крупных лиманах при ежегодном затоплении больших площадей происходит ухудшение эколого-мелиоративной обстановки вследствие подъема грунтовых вод, вторичного засоления и заболачивания.

Сравнительный анализ эколого-мелиоративного состояния инженерных лиманов проведен на примере мелиоративно-ирригационного (Бурдинская система лиманного орошения – БССЛО) и пойменно-воодоохранного (Малоузенская система лиманного орошения – МСЛО) агроландшафтов. С этой целью были использованы данные рекогносцировочных обследований, выполненных в 1997–2001, 2011 гг., материалы института «Приволжгипроводхоз», Гидрогеолого-мелиоративной партии – филиала ФГБУ «Управление «Саратовмелиоводхоз» и результаты исследований ФГБНУ «ВолжНИИГиМ», проведенных в 1997–1999 гг. [1; 5].

Анализ указанных материалов свидетельствуют, что лиманное орошение при повышении уровня грунтовых вод (УГВ) влияет на ирригационно-гидроморфный водный режим территории. При этом грунтовые воды играют заметную роль в водном балансе корнеобитаемого слоя почв.

В период затопления на МСЛО происходит полное водонасыщение зоны аэрации почвогрунтов и подъем УГВ к поверхности почв. После сброса паводковой воды уровень залегания грунтовых вод в первой декаде мая варьирует в пределах от нуля – в пониженной его части до 0,3–0,5 м на периферии. На границе яруса с не затапливаемой площадью УГВ составляет 0,55–0,70 м, а в 100–150 м от яруса на глубине 1,88–2,75 м [7].

К началу уборки трав на сено (в результате интенсивного водопотребления) УГВ опускается до 1,3–1,8 м. В сентябре на преобладающей площади ярусов УГВ залегает в пределах 2,0–2,5 м и лишь на пониженных частях лимана – на глубине 1,7–2,0 м.

На периферии ярусов, занятых солонцовыми комплексами, УГВ составляет 2,5–2,8 м. Характер сезонных колебаний УГВ достаточно стабилен (колебание в пределах 8–10 см) и не зависит от гидротермических условий года.

Однотипность приходно-расходных статей водного баланса, связанных с режимами затопления Малоузенской и Бурдинской систем, определили схожий режим динамики грунтовых вод. Однако более высокая амплитуда сезонных колебаний УГВ отмечается на БСЛО за счет их более глубокого понижения во вневегетационный период. Это связано с относительно более благоприятными условиями оттока грунтовых вод на Бурдинской системе и значительно меньшими размерами самой БСЛО (2,6 тыс. га) по отношению к МСЛО (15 тыс. га.).

Весомую роль для оттока грунтовых вод на сравниваемых агроландшафтах играет рельеф. По рельефным условиям БСЛО занимает более высокие абсолютные отметки поверхности, что позволяет ей обеспечить ускоренную разгрузку грунтового потока по большим направлениям уклона местности – с северо-западного направления на юго-восточное.

Преобладающая минерализация грунтовых вод на БСЛЮ 15–20 г/л, на МСЛЮ – 20–30 г/л. Отмечена четкая связь смены почвенного покрова с дифференциацией минерализации грунтовых вод по элементам мезорельефа. Например, в падинах и лиманообразных западинах, занятых лугово-темноцветными, лугово-лиманскими осолоделыми и лугово-каштановыми почвами на БСЛЮ минерализация грунтовых вод составляет 1–4 г/л, на МСЛЮ – 4–15 г/л. На Малоузенской системе массивы со слабоминерализованными грунтовыми водами (<3,0 г/л) сохранились лишь в центре понижений крупных естественных лиманов Урусов, Крутой, Заря. На периферии и не затапливаемой части лиманов, куда оттесняются грунтовые воды с затапливаемых понижений, минерализация возрастает до 40–50 г/л.

Концентрация солей в почвенных растворах составляет 25–30 г/л, что является верхним пределом использования почвенной влаги растениями не галофитами [3].

Сравнение результатов анализа водных вытяжек 1976–1984 г. (данные института «Приволжгипроводхоз») и в 1999–2001 гг. свидетельствуют о том, что на Бурдинской системе за 15-летний период эксплуатации не произошло ухудшения солевого режима почв. На лугово-лиманских слабо-осолоделых и лугово-каштановых почвах содержание солей практически не изменилось. А на сильно засоленных солонцах и светло-каштановых почвах содержание солей уменьшилось с 1,077–1,332% (в 1976–1984 гг.) до 0,546% (1998–2001 гг.).

В 1976 г. значительная часть светло-каштановых почв (80%) определялась как солонцеватая солончаковатая с содержанием солей в верхнем метровом слое 1,233%, и лишь пятая часть как светло-каштановые просто солонцеватые с содержанием солей 0,172%.

Диапазон варьирования засоленности метрового слоя светло-каштановых почв в 1998–2001 гг. сузился до пределов 0,35–0,65 (в среднем 0,41), тогда как в 1976 г. он изменялся от 0,094 до 1,795%.

На Малоузенской системе наблюдается совершенно иная картина. Почвенный покров земель этой системы (лугово-каштановые, лугово-лиманские темноцветные и лугово-лиманские осолоделые почвы больших педин и лиманов) сформировался в условиях естественного гидрохимического режима, обусловленного периодическим весенним затоплением при разливах Малого Узенья. Эти плодородные почвы (особенно лугово-каштановые и лугово-лиманские темноцветные) имеют гумусовый горизонт (до 60–80 см), по запасам органического вещества близки к южным черноземам. Почвенно-грунтовая толща была отмыта от солей на глубину 1–2 м. Грунтовые воды за пределами лимана находились на глубине 6–89 м, а на лиманах – 2,0–3,0 м. Они были относительно пресными и использовались для водоснабжения.

Постройка Варфоломеевского водохранилища с подпиткой его волжской водой через Большой Саратовский оросительно-обводнительный канал позволила регулярно затапливать

МСЛО. Произошло изменение ирригационно-гидроморфного режима грунтовых вод. Были разрушены ранее существовавшие «подушки» пресных грунтовых вод под естественными лиманами. Исследования [1] показали, что до 25% площади МСЛО превратились в солончаки и болота. Практически все земли Малоузенской системы лиманного орошения в той или иной степени засолены (табл. 1).

Таблица 1 – Распределение почв Малоузенской системы (1 и 2 очереди) по степени засоления метрового слоя почв по результатам обследований 1997–1999 гг. [1]

Почвы	Число точек опробования со степенью засоления				
	не засолены	слабо	средне	сильно	очень сильно
Лугово-темноцветные	1	3	8	5	6
Лугово-каштановые	1	2	5	5	–
Лугово-осолоделые	–	2	4	1	–
Комплексы солонцов и светло-каштановых почв	–	1	–	4	3
Итого: шт.	2	8	17	15	9
%	4,0	15,7	33,3	29,4	17,6

По результатам проведенной в 2012 году дистанционно-картографической оценки состояния лиманного агроландшафта с использованием космических снимков составлена карта деградации почвенного и растительного покрова Малоузенской системы лиманного орошения по общепринятой классификации экологической деградации ландшафтов. В соответствии с полученными данными основная часть – 48,4% или 5352 га от совокупной площади I, II очереди системы лиманов – находилась на уровне деградации «бедствие», 16,8% или 1853 га соответствовала уровню деградации «кризис», 11,8% или 1304 га – уровню «риск», и только 23,0% или 2540 га находились на уровне «норма» (рис. 1).

Истинные масштабы деградации почвенного покрова скрыты устойчивостью естественного лугового травостоя к засолению. К сожалению, в настоящее время не разработаны оценочные критерии связи или соответствия степени засоления определенным почвенным разностям. Наличие таких критериев позволило бы иметь необходимые ориентиры до начала ирригационного освоения территорий [2]. Возникает вопрос, что же лежит в основе причин столь негативных изменений гидрогеолого-мелиоративного состояния на Малоузенской системе.

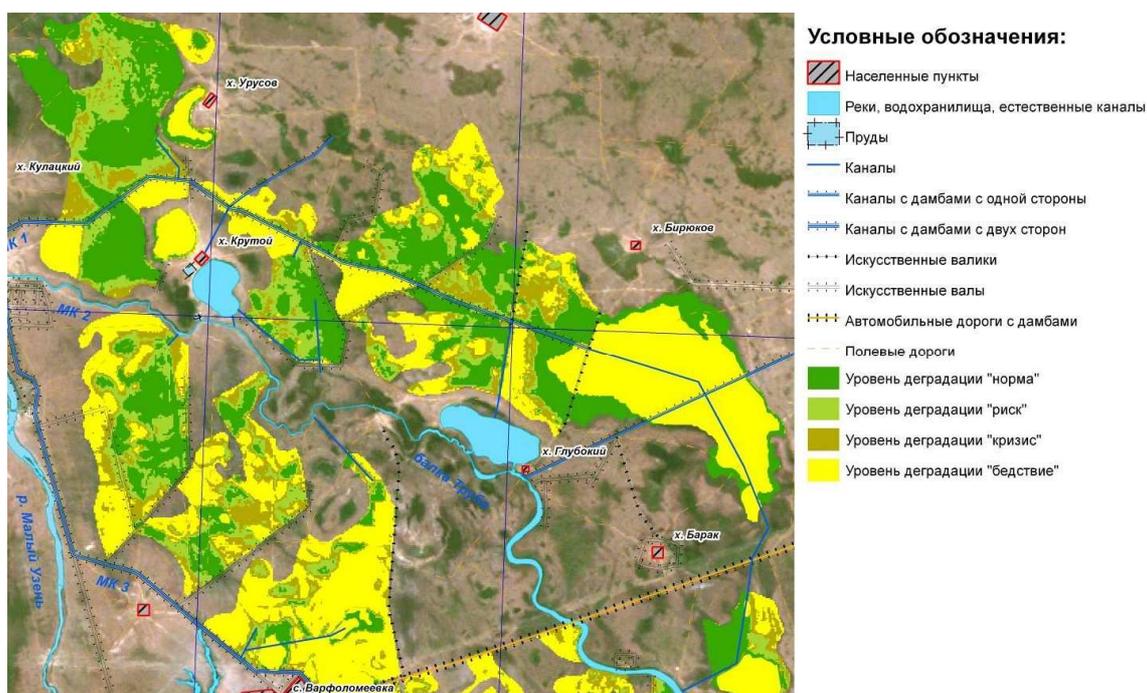


Рис. 1. Фрагмент космокарты деградации почвенного и растительного покрова лиманов Малоузенской системы лиманного орошения по данным дистанционного зондирования.

По данным Н.С. Кистанова [2], в 1965–1967 гг. солевая обстановка и динамика грунтовых вод на этих лиманах (после 10 лет эксплуатации) была благоприятной. Основной причиной нарушения гидрохимического режима грунтовых вод на МСЛО стала масштабность ирригационной нагрузки на природные ландшафты, в результате чего были вовлечены в водно-солевые потоки прилегающие к лиману обширные территории. Большие площади ирригационного освоения и значительная водная нагрузка при очень слабом оттоке грунтовых вод вызвали их поднятие за пределами лимана на значительных площадях. По результатам проведенной в 1991 г. комплексной СВЧ – радиометрической (М. 1:50000) и КВ – радиолокационной съемки (М. 1:100000) на территории Александрово-Гайского района было выявлено, что на площади 90 тыс. га грунтовые воды находятся ближе 3 м от поверхности, а на 38 тыс. га (на 12,5% территории) – ближе 1 м.

Подтопленными оказались 30% территории района, или 35% его сельскохозяйственных угодий и ряд населенных пунктов – Варфоломеевка, Ветелки, Байгужа и Александров-Гай. Эпицентры основного подтопления – массивы земель лиманного орошения (МСЛО, БСЛО и Большой лиман). Расчеты показывают, что на долю ирригационных факторов подтопления приходится 74 тыс. га или 24,7% площади всего района. Экологическое состояние земель района с позиций подтопленности оценивается [4] как предельно допустимое.

Отличительной особенностью лиманного агроландшафта МСЛО (в сравнении с лиманным агроландшафтом БСЛО) является пойменный (углубленный) характер рельефных условий. Уровень поверхности почв в самих ярусах лимана на 0,6–1,0 м ниже прилегающей к

системе степных участков морской аккумулятивной равнины Прикаспийской низменности. Так как после затопления лимана происходит подъем и стабилизация грунтовых вод на прилегающей территории (занятой солонцовыми комплексами) на глубине 2,5–3,0 м, то во второй половине вегетации лугового травостоя, после бокового растекания и по мере срабатывания водной «подушки» корневой системой, грунтовый поток с прилегающей территории направляется в сторону лимана. По данным ВолжНИИГиМ [1], величина возвратного потока грунтовых вод в лиманы в 2,0–2,5 раза меньше, чем питание, получаемое за счет растекания бугра грунтовых вод. Однако прямой и возвратный отток существенно различаются в минерализации. При затоплении растекаются растворы с минерализацией 1–4 г/л, а возвращаются концентрированные рассолы 40–50 г/л.

Процесс миграции солей с окружающих территорий в лиманы стал причиной постепенного разрушения ранее существовавшей водной «подушки» опресненных грунтовых вод под лиманами. И солевой баланс в активном корнеобитаемом слое почв и зоне аэрации приобрел явно положительный характер.

Кроме того, большие яруса, и, как следствие, значительные объемы оросительной воды, привели к подъему грунтовых вод и нарушению эколого-мелиоративной обстановки на прилегающей территории, что в конечном итоге стало причиной негативных явлений на самой орошаемой территории. Этот факт указывает на взаимозависимость и взаимообусловленность экологических процессов территории агроландшафта с окружающими массивами связанных между собой гидрохимическими токами грунтовых вод.

В настоящее время восстановление благоприятной гидрогеолого-мелиоративной обстановки на Малоузенской системе возможно лишь при сокращении доли затапливаемой территории по отношению к не затапливаемой до 25%, а также при равномерном рассредоточении ярусов по площади лиманного орошения. Тогда на прилегающей к ним территории абсолютные отметки УГВ будут ниже, чем на ярусах лимана после сработки их уровня растительным покровом в конце вегетационного периода. Однако для прилегающей к лиманам территории восстановится функционирование «сухого дренажа». Для решения этого необходимо снизить площадь 1 и 2 очереди МСЛО с 11,4 до 7,0–7,5 тыс. га. Изменение регламента затопления – снижение его продолжительности и повышение равномерности слоя затопления – позволит снизить объем инфильтрационных потерь оросительной воды на самих ярусах. С этой целью необходимо уменьшить площади ярусов с 300–400 га до 50–100 га.

Проведенные расчеты с использованием программного комплекса ArcGIS 10.0 на примере лимана Бурдинский показывают, что на относительно небольших по размеру 1 (158

га), 2 (295 га), 3 (260 га), 4 (174 га) и 5 (68 га) ярусах площадь затопления составляет 72% от суммарной площади ярусов (955 га) (рис. 2).

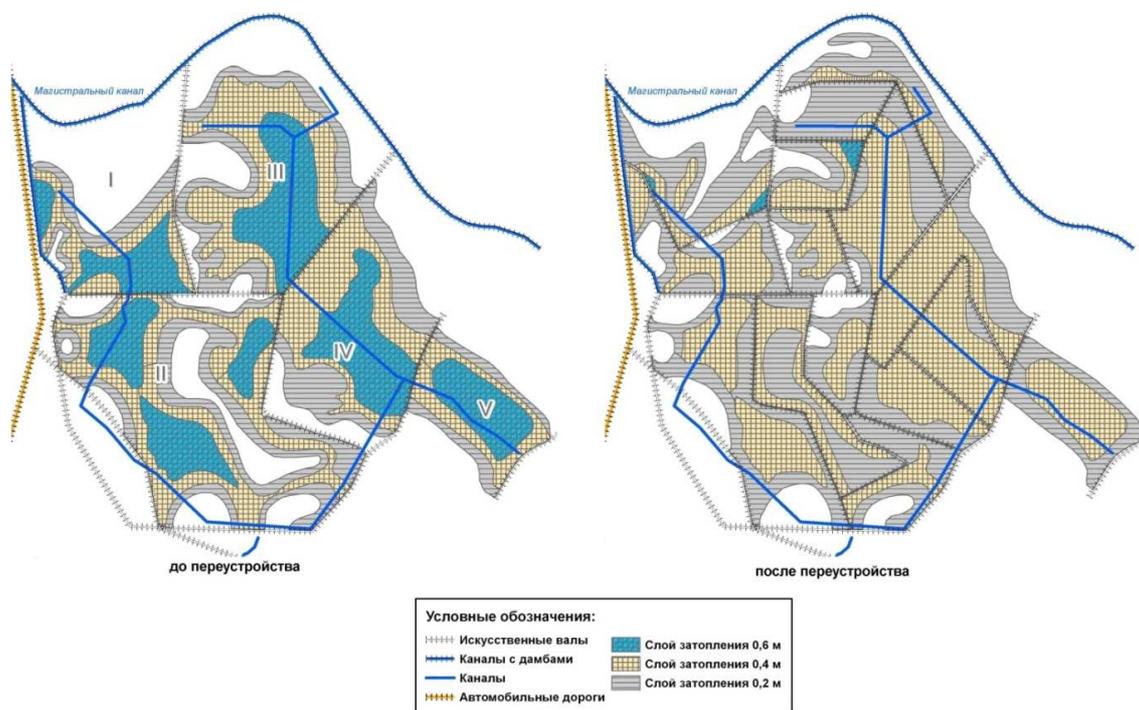


Рис. 2. Влияние размера 1, 2, 3, 4 ярусов лимана Бурдинский на глубину и площадь затопления.

Основная часть территории (65–75%) имеет глубину затопления 0,6 м, 15–20% – 0,4 м и 10–15% – 0,2 м, что связано со значительными колебаниями высотных отметок, не позволяющих обеспечивать оптимальный режим затопления и нагрузку на прилегающую территорию. Увеличение количества ярусов с 5 до 15 уменьшает средний размер одного яруса с 191 до 64 га и позволяет понизить оросительную норму с 2000–6000 м³/га до 2000–4000 м³/га. При этом незатапливаемая часть территории 263 га (28%) уменьшается в 2 раза (до 129 га, или до 14%).

Только в этом случае создаются условия для использования невысоких оросительных норм (до 3000–3500 м³/га) и достижения оптимальных показателей (>0,70) коэффициента равномерности затопления (доля площади со слоем затопления не более чем на 25% отличающаяся от среднего).

В целом следует констатировать, что земли лиманного орошения Малоузенской и Бурдинской инженерных систем в настоящее время находятся в стадии различной степени экологической деградации, что обусловлено, прежде всего, чрезвычайно высокой ирригационной нагрузкой.

Исключить данный негативный процесс возможно путем оптимизации элементов техники затопления (норм и глубины затопления, продолжительности стояния воды в ярусах), снижения площади ярусов и общей площади затопления. Выполнение данных

мероприятий возможно лишь на основе проведения коренной реконструкции Малоузенской и Бурдинской инженерных систем лиманного орошения.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 12-05-90702-моб_ст 2012 г.

Список литературы

1. Анализ влияния осеннего и весеннего затопления лиманов на их продуктивность и природоохранную обстановку массива : отчет НИР / ГУ ВолжНИИГиМ. – Энгельс, 1999. – 84 с.
2. Кистанов Н.С. Процессы засоления – рассоления и осолонцевания почв при лиманном орошении : труды ВолжНИИГиМ. – Саратов, 1970. – Т. III. – Ч. 3. – 290 с.
3. Кочеткова Т.Н. Доступность почвенной влаги для сельскохозяйственных культур на засоленных почвах : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – М., 1988. – 21 с.
4. Парфенова Н.И. Экологические принципы регулирования гидрогеохимического режима орошаемых земель / Н.И. Парфенова, Н.М. Решеткина. – СПб. : Гидрометеиздат, 1995. – 15 с.
5. Технический отчет по агрохимическому и солевому обследованию почв лимана Бурдинский Алтайского района / ГУ Саратовская гидрогеолого-мелиоративная партия. – Энгельс, 1999. – 24 с.
6. Туктаров Б.И. Лиманное орошение в Заволжье. – Саратов, 1998. – 316 с.
7. Туктаров Б.И. [и др.] Зависимость эколого-мелиоративного состояния крупных систем лиманного орошения от их территориального расположения // Агроэкологические проблемы сельскохозяйственного производства : сб. мат. Всерос. науч. конф. – Пенза : РИО ПГСХА, 2003. – С. 70-72.

Рецензенты:

Шадских В.А., д. с.-х. наук, профессор, зам. директора по науке ФГБНУ «ВолжНИИГиМ», г. Энгельс.

Туктаров Б.И., д. с.-х. наук, профессор кафедры «Землеустройство и кадастры» ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ», г. Саратов.