

КЛАССИФИКАЦИЯ МЕЛИОРИРУЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ С УЧЕТОМ ЭРОЗИИ ПОЧВ В ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ

И.С. МАЗУРОВА, М.С. ЗВЕРЬКОВ, С.С. СМЕЛОВА, Т.Г. СТЕПАНОВА

Ключевые слова: мелиорация, мелиоративное состояние, эрозия почв, геоинформационная система.

Keywords: reclamation, reclamation state, soil erosion, geo-information system.

Аннотация. В статье приводится пример классификации мелиоративного состояния орошаемых земель с учетом эрозии с использованием геоинформационной системы. Установлено, что 8,16% площади мелиорируемых земель в ЦФО находятся в «неудовлетворительном» состоянии, в «удовлетворительном» и «хорошем» – 91,57%. Приведенная классификация и результаты исследования могут послужить основой для совершенствования методики оценки степени пригодности орошаемых земель для сельскохозяйственного использования.

Abstract. An example of the classification of the reclamation state of irrigated lands using a geographic information system is given in the article. It is proposed to take into account erosion processes. It was established that the «unsatisfactory» state of land in the Central Federal District is noted on 8.16% of the territory of reclaimed land, «satisfactory» and «good» – 91.57%. The classification example and the results of the study can serve as a basis for improving the methodology for assessing the suitability of irrigated land for agricultural use.

Введение. В настоящее время перед сельскохозяйственной отраслью стоят серьезные вызовы. Очевидно, что постоянное наращивание объемов производства лимитируется ростом производительности труда, возрастающим риском отрицательных экологических последствий и рядом других факторов. В этой связи особенно актуальна оценка состояния орошаемых сельскохозяйственных земель, распределение которых на территории России неравномерно. Это обусловлено высокой степенью дифференциации природных условий: более 70% всех сельскохозяйственных угодий и около 80% пашни расположены в зонах недостаточного или неустойчивого атмосферного увлажнения, с деградационными процессами природного и антропогенного характера. Это резко снижает урожайность и валовые сборы сельскохозяйственной продукции.

Земледелие, как отмечают многие исследователи, в настоящее время находится в зоне повышенных рисков вследствие климатических изменений, экологических угроз и нерационального использования мелиоративных технологий [1, 2]. При этом мелиорация является одним из мероприятий повышения потребительской стоимости земель [3].

По данным Росреестра на 1 января 2024 г. в Российской Федерации учтено 225521,4 тыс. га сельскохозяйственных угодий, в ЦФО (Центральный федеральный округ) – 33220,7 тыс. га (14,73%). В среднем за период 2015–2024 гг. в Российской Федерации было 222315,85 тыс. га, в ЦФО – 33256,5 тыс. га (14,96%). Итоги 2024 г. на момент написания настоящей статьи Росреестром еще не подведены. По оценке авторов данной работы, общие площади сельскохозяйственных угодий за этот период будут составлять 221000...226000 тыс. га, в ЦФО – 33200...33300 тыс. га (в рассматриваемом периоде до 2022 г. в целом по стране наблюдалось сокращение площади сельскохозяйственных угодий, в 2023 г. – рост на 1,61%, а в ЦФО – устойчивое сокращение площадей в 2015–2024 гг.).

В период 2015–2021 гг. в Российской Федерации площади пашни имели незначительные колебания в диапазоне 0,42...0,48% от среднего значения 123272,55 тыс. га. В ЦФО за период 2015–2023 гг. было несущественное сокращение площади пашни с 23854 тыс. га до 23821,7 тыс. га (–0,14%). По прогнозам авторов такая тенденция может сохраниться с незначительным ростом до 23831 тыс. га. В среднем в ЦФО в 2015–2024 гг. располагало 23843,99 тыс. га пашни.

Особую ценность представляют мелиорируемые угодья, так как урожайность сельскохозяйственных культур на этих землях выше. Совокупность свойств почв и гидрогеологических условий определяют мелиоративное состояние, а, следовательно, и возможность эффективной и безопасной эксплуатации мелиоративных систем. Поэтому мониторинг этих параметров является важной практической задачей. Его ежегодно организовано проводят специалисты разного уровня. В частности, такие наблюдения способствуют предупреждению рисков снижения технического состояния мелиоративных систем, а также предотвращают выбытие мелиорированных земель из сельскохозяйственного оборота.

Необходимо отметить, что в 2015–2024 гг. в среднем по стране насчитывалось 4934,87 тыс. га залежных земель, в ЦФО – 432,73 тыс. га (8,77%). По данным статистики Росреестра, отсутствуют залежные земли в Белгородской области, максимум сосредоточен в Брянской области (123,96 тыс. га), от 41,27 до 55,7 тыс. га – в Воронежской, Владимирской и Орловской областях. В целом для Российской Федерации в период 2015–2024 гг. характерен рост площади залежи (+0,99%), а для ЦФО – сокращение (–1,05%).

Показатели мелиоративного состояния характеризуют техническое состояние гидромелиоративных систем. Как отмечается в исследовании [4], эти системы являются сложными природно-техническими объектами, которые функционируют в условиях неопределенности динамического воздействия комплекса внешних и внутренних факторов, изменяющихся в пространстве и во времени. Низкий технический уровень и несоответствие технико-эксплуатационных параметров нормативным значениям приводят к риску возникновения чрезвычайных ситуаций, снижению степени безопасности и надежности. Низкий коэффициент полезного действия, обусловленный существенными потерями оросительной воды, приводит к снижению эффективности использования мелиорированных земель, а также к негативным последствиям для окружающей природной среды [4–6]. Мелиоративное состояние агроландшафтов находится в прямой зависимости от рационального управления водными ресурсами в условиях орошения [7]. Улучшение мелиоративного состояния орошаемых земель имеет важное значе-

ние в поливном земледелии. В [8] также отмечается, что в мелиоративной отрасли всегда актуальна задача по оценке состояния мелиорируемых угодий.

Наиболее распространенной является трехуровневая шкала оценки мелиоративного состояния земель: «хорошее», «удовлетворительное», «неудовлетворительное», в основу которой положены показатели степени засоления почвы и близости залегания грунтовых вод. В последнее время появилось много исследований мелиоративного состояния и отдельных его показателей [9–11]. В ГОСТ Р 70611–2022 в показатели мелиоративного состояния включены площади засоленных и эродированных почв, а также территорий с недопустимой глубиной залегания грунтовых вод [12]. В то же время наиболее распространение получила практика оценки мелиоративного состояния без учета эрозионных процессов, что, по мнению авторов настоящего исследования, ее недостаток. Как отмечено в работах [13–15] показатели мелиоративного состояния позволяют оценить степень пригодности орошаемых земель для сельскохозяйственного использования. Эти показатели характеризуют состояние системы почва–породы зоны аэрации–подземные воды, формирующиеся и изменяющиеся под влиянием природных и антропогенных факторов. В работах [13, 15, 16] также отмечается, что основанием для выделения диагности-

ческих показателей оценки мелиоративного состояния является возможность измерения его изменения под влиянием мелиорации при наличии достоверной связи этого показателя с урожайностью сельскохозяйственных культур. Многочисленными исследованиями подтверждается влияние эрозионных процессов почвы на урожайность. Очевидно, что существующая практика, хотя и упрощает оценку мелиоративного состояния и делает ее унифицированной для разных условий, однако, не является полной. Используемые в обосновании теории мелиорации экосистемный и геосистемный подходы [17–19] также позволяют сделать вывод, что показателей оценки мелиоративного состояния земель может быть больше.

Цель настоящей работы заключалась в классификации мелиоративного состояния орошаемых земель в Центральном федеральном округе Российской Федерации (ЦФО) за период 2015–2024 гг. с учетом проявления эрозионных процессов в геоинформационной системе QGIS.

Научно-практическая значимость исследования заключается в том, что на основе фактических данных мониторинга выполнена оценка мелиоративного состояния земель, которая может служить основой для совершенствования методики оценки степени пригодности орошаемых земель для сельскохозяйственного использования.

Материалы и методы исследования. Исходными данными являются сведения о мелиоративных системах федеральной собственности в ЦФО, полученные из информационной мониторинговой системы ФГБУ ВНИИ «Радуга» – базы данных портала «Радуга-Информ» (далее – Портал) [20]. На основе данных паспортов и технико-эксплуатационных карт гидромелиоративных систем сформирован ретроспективный свод данных за период 2015–2024 гг. по распределению показателей мелиоративного состояния орошаемых угодий. Обработка данных и графическое оформление результатов исследования выполнены в электронных таблицах Microsoft Excel.

По данным Портала в Российской Федерации в 2024 г. находилось 8646,16 тыс. га мелиорируемых земель сельскохозяйственного назначения или 3,89 % от площади пашни (в среднем за период 2015–2024 гг. – 9021,55 тыс. га или 4,06 %). В ЦФО сосредоточено 1849,39 тыс. га мелиорируемых земель (20,49 %), из которых 490 тыс. га (26,49 %) – орошаемые земли (по Российской Федерации орошается 4402,42 тыс. га мелиорируемых земель или 48,79 % от общей площади).

Больше всего мелиорируемых земель в ЦФО (рис. 1) находится в Московской области – 394,55 тыс. га (21,33 %). Самые небольшие площади в Ивановской и Тульской областях – 33,28 тыс. га (1,79 %) и 23,10 тыс. га (1,25 %) соответственно. Максимум площадей орошаемых земель также находится в Московской области (135,09 тыс. га или 27,57 %), самые маленькие площади в Ярославской, Смоленской и Ивановской областях – 1,68 тыс. га (0,34 %), 1,94 тыс. га (0,40 %) и 2,42 тыс. га (0,49 %) соответственно. В Костромской области орошаемые земли по данным Портала отсутствуют.

Для пространственной классификации использовалась геоинформационная система QGIS (ver. 3.36.3 «Münster»). Исходная система координат – WGS 84

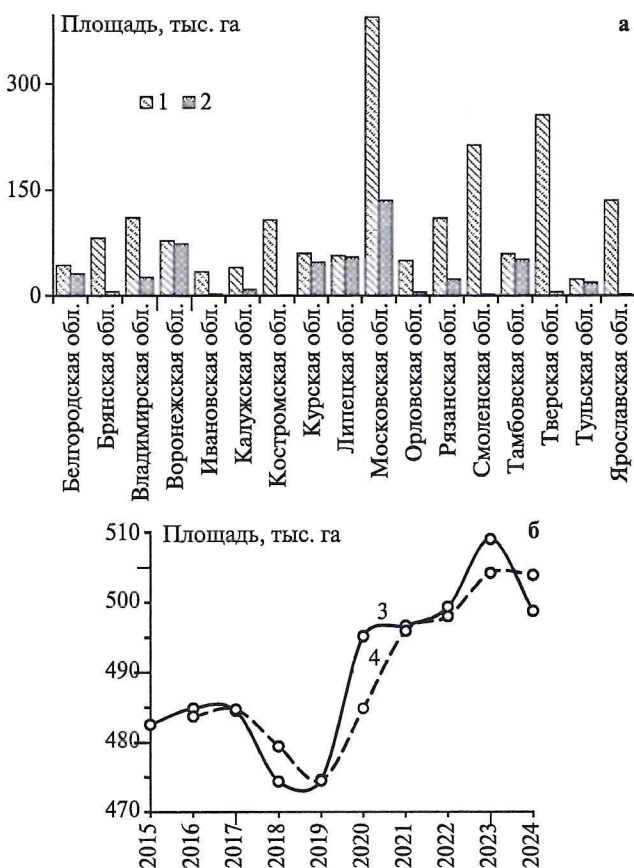


Рис. 1. Средневзвешенные площади мелиорируемых земель в субъектах ЦФО (а) и динамика орошаемых с.-х. угодий (б): 1 и 2 – соответственно общие мелиорируемые и орошаемые площади за 2015–2024 гг.; 3 и 4 – орошаемые площади и «скользящее среднее»

(Pseudo-Mercator, EPSG:3857). Границы регионов ЦФО представляют собой векторный слой с атрибутивным набором данных о мелиоративном состоянии земель.

Критерии мелиоративного состояния интерпретированы по ГОСТ Р 70611–2022 (см. [12], приложение А). Необходимо отметить, что в основу классификации по этому нормативному документу положен принцип дискретности при оценке негативного диагностического явления. Другими словами, дискретность оценки в данном случае заключается в дифференциации традиционного понимания «неудовлетворительного» мелиоративного состояния на три подгруппы. Результатом такой оценки является не площадь, дифференцированная по принципу от наиболее благоприятных к наиболее худшим условиям, а степень выраженности негативного диагностического явления на мелиорируемых землях. Поэтому во избежание путаницы в терминологии и для возможности сопоставления результатов исследования приняты названия подгрупп с оценками: III (наименьшая выраженность), II (средняя), I (наибольшая).

Недопустимая глубина залегания грунтовых вод (УГВ) принята в диапазонах $УГВ < 1$ м и $1 < УГВ < 1,5$ м. Группа III мелиоративного состояния присваивалась регионам с площадью недопустимого УГВ от 0 до 20 %, II – 20...30 %, I – более 30 %.

Влияние засоления почв учтено для регионов ЦФО, в которых встречается эта проблема. В данном исследовании не учитывался тип засоления. Группа мелиоративного состояния присваивалась в соответствии со следующей градацией: III – с площадью засоленных земель от 0 до 10 %, II – 10...30 %, I – более 30 %.

Сведения о распространении эрозии почв в регионах ЦФО встречаются в данных Росреестра в период с 2005 по 2012 г. (данные о более поздних наблюдениях отсутствуют). Динамика площади пашни, подверженной ветровой эрозии почв, отрицательная и составила $-1,1$ %, водной $+0,6$ %. Экстраполяция этих данных до 2024 г. (рис. 2а) позволяет сделать предположение, что в ЦФО в период 2005–2024 гг. медианное значение площади пашни, подверженной ветровой эрозии почв, составляет 3,2 %, водной – 13,4 %. Допустимость такого вывода обосновывается тем, что в этот период увеличивались площади пашни, в том числе мелиорируемой. Следовательно, антропогенно ускоренная эрозия за этот период также могла иметь тенденцию к росту. Так как водная и ветровая эрозии могут действовать совместно, то в данном исследовании при оценке мелиоративного состояния принято допущение учитывать водную эрозию как ведущий и самый неблагоприятный фактор в оросительной мелиорации, имеющий наибольшее распространение в ЦФО. Медианное значение распределось по регионам ЦФО в соответствии с долей орошаемой пашни (рис. 2б). Группа мелиоративного состояния присваивалась в соответствии со следующей градацией: «хорошее» – без эрозии, «удовлетворительное» – с эрозийными процессами на площади до 10 %, «неудовлетворительное» – более 10 %.

Для регионов ЦФО итоговая группа мелиоративного состояния по совокупности критериев (УГВ, засоление и эрозия почв) оценивалась как за весь, так

и за каждый год анализируемого периода 2015–2024 гг. как медианное значение. Расчеты выполнялись в калькуляторе полей таблицы атрибутов в программе QGIS (ver. 3.36.3 «Münster»). Для выявления тенденции изменения мелиоративного состояния применялся метод «скользящего среднего».

Результаты исследования и их обсуждение. На рис. 3 показаны карты распределения групп мелиоративного состояния по регионам ЦФО.

По глубине залегания грунтовых вод «хорошее» («III») (на 16,09 % земель с недопустимо близким УГВ) мелиоративное состояние земель в Белгородской (0,34 %), Брянской (12,08 %), Владимирской (0 %), Воронежской (1,68 %), Курской (0,52 %), Липецкой (0,73 %), Рязанской (10,08 %), Тамбовской (1,30 %) и Тверской (0 %) областях, оценка I – в Ивановской (39,20 %), Калужской (36,17 %), Московской (44,93 %), Орловской (25,27 %), Смоленской (59,61 %) и Ярославской (33 %) областях. В целом для Российской Федерации близкое залегание грунтовых вод характерно для 7,95 % площади всех орошаемых земель (по данным Портала – 8,42 % и 13,87 % соответственно для страны в целом и ЦФО). Скользящее среднее за 2015–2024 гг. показывает тенденцию к сокращению

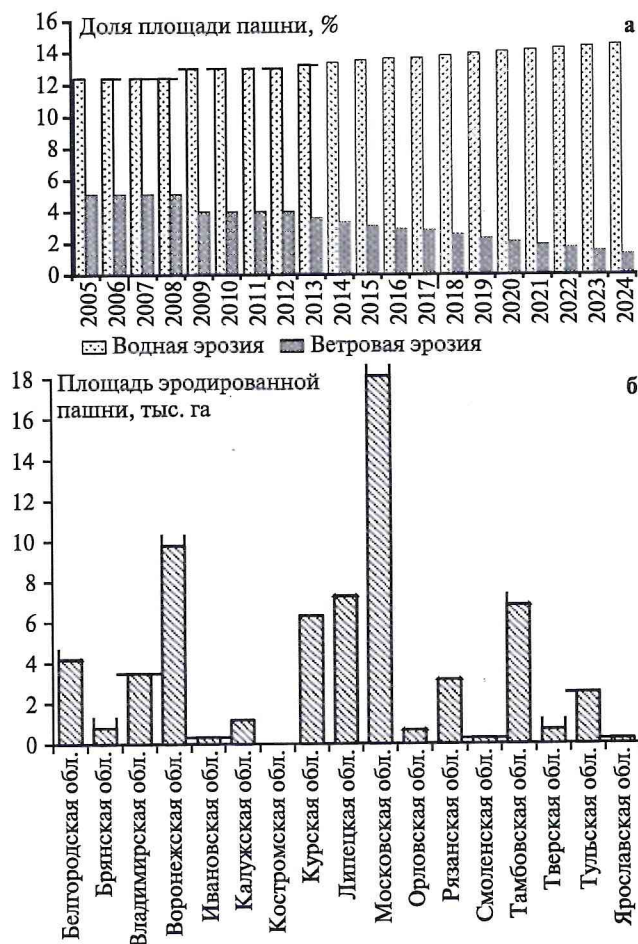


Рис. 2. Динамика (а) и распределение (б) площади эродированной пашни в регионах ЦФО (пунктиром выделена экстраполяция данных)

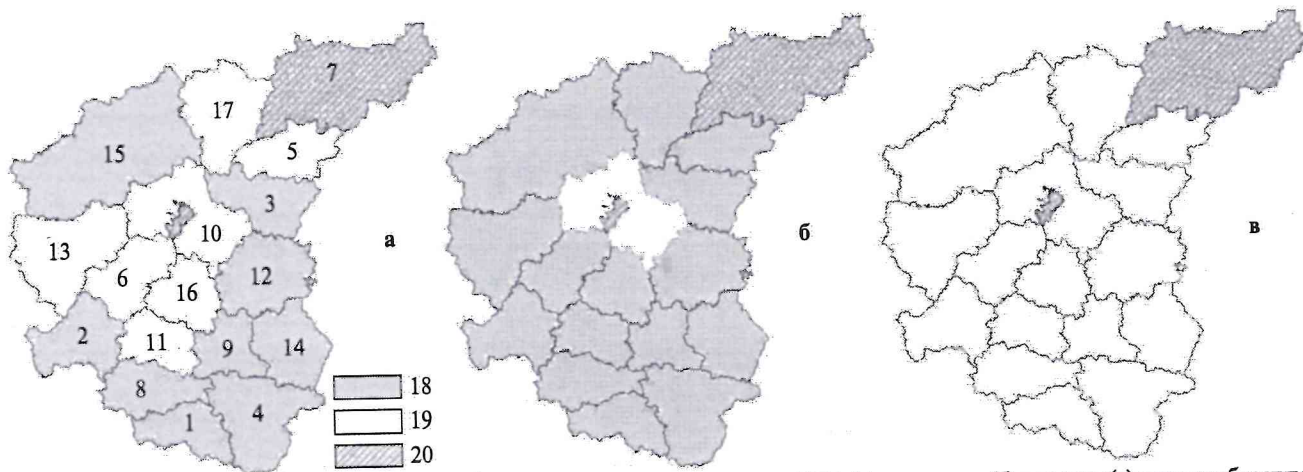


Рис. 3. Карты распределения групп мелиоративного состояния в зависимости от УГВ (а), засоления (б) и эрозии (в) почв по областям: 1 – Белгородская; 2 – Брянская; 3 – Владимирская; 4 – Воронежская; 5 – Ивановская; 6 – Калужская; 7 – Костромская; 8 – Курская; 9 – Липецкая; 10 – Московская; 11 – Орловская; 12 – Рязанская; 13 – Смоленская; 14 – Тамбовская; 15 – Тверская; 16 – Тульская; 17 – Ярославская; 18 и 19 – соответственно оценки III и I; 20 – орошаемые угодья отсутствуют

доли земель с «неудовлетворительным» мелиоративным состоянием по УГВ. В этот период площадь орошаемых угодий выросла на 4,23 %, а площади с недопустимым залеганием грунтовых вод сократились всего на 1,08 %. Это позволяет сделать вывод, что данная проблема за прошедший период практически не решалась, а сокращение преимущественно связано с вводом дополнительных площадей в оборот. Анализ данных также показывает, что во всех регионах с «неудовлетворительной» оценкой наблюдается рост площадей с недопустимо близким залеганием УГВ. Устойчивая тенденция к снижению этой площади имеет место только в Тульской области (–9,66 % за 2015–2024 гг.).

По засолению почв оценку I по расчетам авторов получила Московская область. По данным Портала, начиная с 2019 г., стабильно подведомственными Минсельхозу России учреждениями фиксируются сведения о наличии засоленных почв. Намечилась положительная динамика роста этих площадей на 3,38 до 41,22 % в 2024 г. Также засоленные почвы на мелиорируемых землях отмечены в Воронежской (1,60 %), Ивановской (11,25 %) и Тульской (16,24 %...19,98 %) областях. В последней за 2023 и 2024 гг. сведения по засоленным почвам отсутствуют. По данным Портала «неудовлетворительная» оценка мелиоративного состояния присвоена землям Воронежской (0,24 %) и Ивановской (10,98 %) областям.

Эрозионные процессы на почве, как отмечено выше, на территории ЦФО проявляются на площади 13,4 %. По этому показателю все орошаемые земли получили «неудовлетворительную» (I) оценку мелиоративного состояния согласно принятому выше допущению. Использование данных дистанционного зондирования Земли по различным расчетным моделям с учетом геоморфологических особенностей территории и геометрических характеристик мелиорируемых земель, позволит получить дифференцированную оценку влияния этого фактора на мелиоративное состояние.

Заключение. В результате проведенного анализа установлено, что результирующая оценка мелиоративного состояния по степени проявления неблагоприят-

ных факторов в регионах ЦФО распределилась следующим образом: оценка III в Белгородской (в среднем 4,58 % орошаемых угодий с негативными диагностическими явлениями), Брянской (8,49 %), Владимирской (4,47 %), Воронежской (5,56 %), Курской

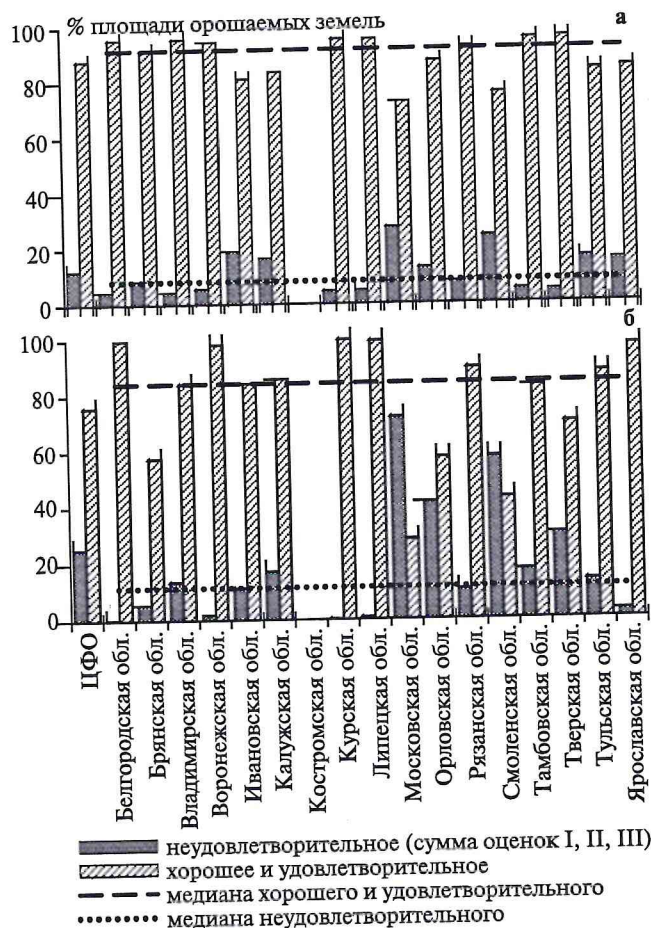


Рис. 4. Гистограмма оценки мелиоративного состояния в субъектах ЦФО по рассмотренной в статье методике (а) и по данным Портала (б)

(4,64%), Липецкой (4,71%), Рязанской (7,82%), Тамбовской (4,89%) и Тверской (4,47%) областях, оценка I — в Ивановской (19,03%), Калужской (16,53%), Московской (27,57%), Орловской (12,89%), Смоленской (24,34%), Тульской (16,36%), и Ярославской (15,47%) областях. В ЦФО негативные явления распространены на 12,21% территории орошаемых угодий. На рис. 4а приведена гистограмма оценки мелиоративного состояния орошаемых земель в субъектах ЦФО. Медианное значение «неудовлетворительного» состояния в субъектах — 8,16% территории, «удовлетворительно» и «хорошего» — 91,57%.

Как отмечено выше, оценка мелиоративного состояния и пространственная классификация выполнена в данном исследовании по степени выраженности негативного диагностического явления. Прямая классификация, используемая в практике мониторинга, обычно дифференцирует территорию по принципу площади, характеризующуюся определенными диапазонами референсных значений диагностического явления. Так, например, по данным ФГБНУ ВНИИ «Радуга» в ЦФО в 2019 г. «хорошее» мелиоративное состояние отмечается на 47% площади орошаемых угодий, «удовлетворительное» — 31%, «неудовлетворительное» — 22%. Такой подход, с одной стороны, позволяет оценить состояние сельскохозяйственных земель в целом, но, с другой стороны, лишен дискретности при анализе тенденции развития негативных процессов и эффективности мероприятий при их устранении. Пока решается проблема на одних территориях, на других — она возникает. В результате меняющееся соотношение площадей не может давать объективную характеристику состояния земель. Дискретная же оценка степени выраженности негативного диагностического явления позволяет сфокусировать внимание на тех угодьях, на которых требуются первоочередные мероприятия. Ухудшение оценки может служить триггером эффективности управления мелиоративным комплексом.

На рис. 4б показана оценка мелиоративного состояния по данным Портала (сведения подведомственных Департаменту мелиорации Минсельхоза России учреждений). Медианное значение «неудовлетворительного» состояния в субъектах — 11,42% территории, «удовлетворительного» и «хорошего» — 84,19% (разница в значениях соответственно 3,26 и 7,38% от рассматриваемого в статье подхода). Обращает внимание, что в обеих оценках (см. рис. 4) наиболее выраженная неудовлетворительная ситуация наблюдается в Московской и Смоленской областях. Такие результаты могут свидетельствовать о необходимости совершенствования существующих методов оценки мелиоративного состояния. Для Минсельхоза России это позволит оптимизировать затраты на улучшение состояния земель.

ЛИТЕРАТУРА

1. High-technology agriculture system to enhance food security: A concept of smart irrigation system using Internet of Things and cloud computing / A. Mirchid [et. al.] // Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. 2024. DOI: 10.1016/j.jssas.2024.02.001.
2. An overview of internet of things (IoT) and data analytics in agriculture: benefits and challenges / O. Elijah, T.A. Rahman, I. Orikumhi,

C.Y. Leow, M.N. Hindia // IEEE Internet Things J. 2018. Vol. 5. P. 3758–3773. DOI: 10.1109/IIOT.2018.2844296.

3. Гришаева О.Ю. Исследование динамики площадей мелиорированных земель с инженерной инфраструктурой в нормативном технико-эксплуатационном состоянии по федеральным округам Российской Федерации // Экология и строительство. 2024. № 3. С. 39–47. DOI 10.35688/2413-8452-2024-03-006.

4. Ольгаренко Г.В., Капустина Т.А. Анализ и интегральная оценка технико-экологического состояния мелиоративного комплекса Российской Федерации // Экология и строительство. 2024. № 4. С. 43–51. DOI 10.35688/2413-8452-2024-04-006.

5. Solutions for a cultivated planet / Foley J. A. [et al.] // Nature. 2011. Vol. 478. P. 337–34. DOI: 10.1038/nature10452.

6. Half of twenty-first century global irrigation expansion has been in water-stressed regions / Mehta P., Siebert S., Kummu M. [et al.] // Nat Water. 2024. Vol. 2. P. 254–261. DOI: 10.1038/s44221-024-00206-9.

7. Шадских В.А., В Кижаяева Е., Пешкова В.О. Эффективное управление водными ресурсами при орошении соевых агроценозов в Поволжье // Экология и строительство. 2022. № 2. С. 4–11. DOI: 10.35688/2413-8452-2022-02-001. EDN HMWQRE.

8. Мазурова И.С. Ретроспективный анализ технического состояния мелиоративных систем федеральной собственности в Республике Дагестан по данным информационной мониторинговой системы // Экология и строительство. 2023. № 3. С. 21–29. DOI 10.35688/2413-8452-2023-03-003.

9. М Мустафаев Г., Ф Мустафаев М., Ахмедова А.Р. Исследование мелиоративного состояния почв Муганской степи // Экология и строительство. 2024. № 4. С. 38–42. DOI 10.35688/2413-8452-2024-04-005.

10. А Качаев Е., Турапин С.С. Моделирование условий формирования вымочек на мелиорируемых землях с учетом гидрофизических свойств почв // Экология и строительство. 2025. № 2. DOI: 10.35688/2413-8452-2025-02-004.

11. Спектральная отражательная способность почв Мильской степи Азербайджана в зависимости от их химических и физических свойств / С.А. Кочарли, М.Г. Мустафаев, Э.М. Ахмедзаде [и др.] // Экология и строительство. 2025. № 1. С. 4–11. DOI 10.35688/2413-8452-2025-01-001.

12. ГОСТ Р 70611–2022. Мелиорация земель. Методика оценки дистанционными методами технического и экологического состояния. URL: <https://base.garant.ru/406681663/> (Дата обращения 10.04.2025.).

13. Методические рекомендации по контролю за мелиоративным состоянием орошаемых земель / Сост. Д.М. Кац, Н.И. Парфенова. М.: ВНИИГиМ, 1978. Вып. 1. 71 с. Вып. 2. 108 с.

14. Инструкция по ведению кадастра мелиоративного состояния орошаемых и осушенных земель и технического состояния гидромелиоративных систем. М.: Минводхоз СССР, 1984. 18 с.

15. Совершенствование шкалы оценки мелиоративного состояния орошаемых земель / В.М. Янюк, П.В. Тарасенко, С.А. Забелин, С.А. Пестряков // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2018. № 1(29). С. 15–30.

16. Парфенова Н.И., Рыбина П.И. Временные допустимые глубины залегания грунтовых вод на орошаемых землях // Обоснование допустимых глубин грунтовых вод орошаемых земель: сб. науч. тр. М.: ВНИИГиМ, 1987. С. 46–52.

17. Смелова С.С. Геосистемный подход в мелиорации // Вестник мелиоративной науки. 2022. № 2. С. 11–15.

18. Чикалова Л.С. Эрозия почвы как фактор, оказывающий влияние на урожайность продукции сельского хозяйства // Экология и строительство. 2023. № 3. С. 13–20. DOI 10.35688/2413-8452-2023-03-002.

19. Смелова С.С. Алгоритм геоботанических исследований на мелиоративных объектах с использованием данных беспилотных летательных аппаратов // Экология и строительство. 2021. № 3. С. 9–16. DOI 10.35688/2413-8452-2021-03-004.

20. База данных портала «РадугаИнформ» URL: <https://informraduga.ru/> / С.С. Турапин, Г.В. Ольгаренко, Л.М. Тюрина, В.М. Кузнецов; свидетельство о регистрации базы данных № 2020622674 от 16.12.2020; заявка № 2020622595 от 07.12.2020.

REFERENCES

1. High-technology agriculture system to enhance food security: A concept of smart irrigation system using Internet of Things and cloud computing / A. Mirchid [et. al.] // Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. 2024. DOI: 10.1016/j.jssas.2024.02.001.
2. An overview of internet of things (IoT) and data analytics in agriculture: benefits and challenges / O. Elijah, T.A. Rahman, I. Orikumhi,

C.Y. Leow, M.N. Hindia // IEEE Internet Things J. 2018. Vol. 5. P. 3758–3773. DOI: 10.1109/IIOT.2018.2844296.

3. Issledovanie dinamiki ploshchadei meliorirovannykh zemel' s inzhenernoi infrastrukturoi v normativnom tekhniko-ekspluatatsionnom sostoyanii po federal'nym okrugam Rossiiskoi Federatsii / O.Yu. Grishaeva // Ekologiya i stroitel'stvo. 2024. № 3. S. 39–47. DOI 10.35688/2413-8452-2024-03-006.

4. Analiz i integral'naya otsenka tekhniko-ekologicheskogo sostoyaniya meliorativnogo kompleksa Rossiiskoi Federatsii / G.V. Ol'garenko, T.A. Kapustina // Ekologiya i stroitel'stvo. 2024. № 4. S. 43–51. DOI 10.35688/2413-8452-2024-04-006.

5. Solutions for a cultivated planet / Foley J. A. [et al.] // Nature. 2011. Vol. 478. P. 337–34. DOI: 10.1038/nature10452.

6. Half of twenty-first century global irrigation expansion has been in water-stressed regions / Mehta P., Siebert S., Kummu M. [et al.] // Nat Water. 2024. Vol. 2. P. 254–261. DOI: 10.1038/s44221-024-00206-9.

7. Effektivnoe upravlenie vodnymi resursami pri oroshenii soevykh agrosenzov v Povolzh'e / V.A. Shadskikh, V.E. Kizhaeva, V.O. Peshkova // Ekologiya i stroitel'stvo. 2022. № 2. S. 4–11. DOI: 10.35688/2413-8452-2022-02-001. EDN HMWQRE.

8. Retrospektivnyi analiz tekhnicheskogo sostoyaniya meliorativnykh sistem federal'noi sobstvennosti v Respublike Dagestan po dannym informatsionnoi monitoringovoi sistemy / I.S. Mazurova // Ekologiya i stroitel'stvo. 2023. № 3. S. 21–29. DOI 10.35688/2413-8452-2023-03-003.

9. Issledovanie meliorativnogo sostoyaniya pochv Muganskoi stepi / M.G. Mustafaev, F.M. Mustafaev, A.R. Akhmedova // Ekologiya i stroitel'stvo. 2024. № 4. S. 38–42. DOI 10.35688/2413-8452-2024-04-005.

10. Modelirovanie uslovii formirovaniya vymochek na melioriruemykh zemlyakh s uchetom gidrofizicheskikh svoystv pochv / A.E. Kachaev, S.S. Turapin // Ekologiya i stroitel'stvo. 2025. № 2. DOI: 10.35688/2413-8452-2025-02-004.

11. Spektral'naya otrazhatel'naya sposobnost' pochv Mil'skoi stepi Azerbaidzhana v zavisimosti ot ikh khimicheskikh i fizicheskikh svoystv / S.A. Kocharli, M.G. Mustafaev, E.M. Akhmedzade [i dr.] // Ekologiya i stroitel'stvo. 2025. № 1. S. 4–11. DOI 10.35688/2413-8452-2025-01-001.

12. GOST R 70611–2022. Melioratsiya zemel'. Metodika otsenki distantsionnymi metodami tekhnicheskogo i ekologicheskogo sostoyaniya. URL: <https://base.garant.ru/406681663/> (Data obrashcheniya 10.04.2025).

13. Metodicheskie rekomendatsii po kontrolyu za meliorativnym sostoyaniem oroshaemykh zemel' / Sost. D.M. Kats, N.I. Parfenova. M.: VNIIGiM, 1978. Vyp. 1. 71 s. Vyp. 2. 108 s.

14. Instruksiya po vedeniyu kadastra meliorativnogo sostoyaniya oroshaemykh i osushennykh zemel' i tekhnicheskogo sostoyaniya gidromeliorativnykh sistem. M.: Minvodkhoz SSSR, 1984. 18 s.

15. Sovershenstvovanie shkaly otsenki meliorativnogo sostoyaniya oroshaemykh zemel' / V.M. Yanyuk, P.V. Tarasenko, S.A. Zabelin, S.A. Pestrakov // Nauchnyi zhurnal Rossiiskogo NII problem melioratsii. 2018. № 1(29). S. 15–30.

16. Parfenova N.I. Vremennye dopustimye glubiny zaleganiya gruntovykh vod na oroshaemykh zemlyakh / N.I. Parfenova, P.I. Rybina // Obosnovanie dopustimykh glubin gruntovykh vod oroshaemykh zemel': sb. nauch. tr. M.: VNIIGiM, 1987. S. 46–52.

17. Geosistemnyi podkhod v melioratsii / S.S. Smelova // Vestnik meliorativnoi nauki. 2022. № 2. S. 11–15.

18. Eroziya pochvy kak faktor, okazyvayushchii vliyaniye na urozhainost' produktsii sel'skogo khozyaistva / L.S. Chikalova // Ekologiya i stroitel'stvo. 2023. № 3. S. 13–20. DOI 10.35688/2413-8452-2023-03-002.

19. Algoritm geobotanicheskikh issledovaniy na meliorativnykh ob'ektakh s ispol'zovaniem dannykh bespilotnykh letatel'nykh apparatov / S.S. Smelova // Ekologiya i stroitel'stvo. 2021. № 3. S. 9–16. DOI 10.35688/2413-8452-2021-03-004.

20. Baza dannykh portala «RadugaInform» URL: <https://inform-raduga.ru/> / S.S. Turapin, G.V. Ol'garenko, L.M. Tyurina, V.M. Kuznetsov; svidetel'stvo o registratsii bazy dannykh № 2020622674 ot 16.12.2020; zayavka № 2020622595 ot 07.12.2020.

Мазурова Ирина Сергеевна, мл. науч. сотрудник, РИНЦ AuthorID: 1233759; **Зверьков Михаил Сергеевич**, канд. техн. наук, вед. науч. сотрудник, ORCID: 0000000283484391, Scopus 57221661750, РИНЦ AuthorID: 751258; **Смелова Светлана Станиславовна**, канд. биол. наук, доцент, ст. науч. сотрудник, ORCID: 0009000917170026, Scopus 6504283625, РИНЦ AuthorID: 651060; **Степанова Татьяна Георгиевна**, канд. техн. наук, вед. науч. сотрудник (Всероссийский НИИ систем орошения и сельскохозяйственного водоснабжения «Радуга», Московская обл., г. Коломна).

УДК 631.671.1

DOI: 10.32962/0235-2524-2025-3-26-30

НЕКОТОРЫЕ СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА КРЫМА

С.А. МАКСИМОВ, В.И. МАСЛЯНИК

Ключевые слова: Северо-Крымский канал, структура посевов, режим орошения, дефицит влаги, фильтрационные потери, адаптивные водосберегающие технологии.

Keywords: the North Crimean Canal, the structure of crops, irrigation regime, estimated availability of moisture deficiency, filtration losses, adaptive water-saving technologies.

Аннотация. Развитие мелиоративно-водохозяйственного комплекса Республики Крым, зависит от эффективного осуществления целенаправленных мероприятий по ряду направлений: законодательного, экономического, технологического и научного характера. Для эффективного функционирования мелиоративных систем Крыма, необходимо обоснование оптимальных мелиоративных режимов орошаемых земель для различных агромелиоративных районов Республики Крым, обеспечивающих расширенное воспроизводство плодородия почв на мелиорируемых землях, экономию всех видов используемых ресурсов и не допускающих ущерба окружающей среде. Для снижения непроизводительных потерь оросительной воды, необходимо, переходя на ресурсосберегающие технологии в орошении, активно использовать программно-аппаратные комплексы управления водораспределением на всех уровнях мелиоративного водохозяйственного комплекса Крыма, а также для и оперативного управления поливами на орошаемых землях Республики Крым.

Abstract. The development of the reclamation and water management complex of the Republic of Crimea depends on the effective implementation of targeted measures in a number of areas: legislative, economic, technological and scientific. For the effective functioning of the reclamation systems of the Crimea, it is necessary to substantiate the optimal reclamation regimes of

irrigated lands for various agro-reclamation areas of the Republic of Crimea, providing expanded reproduction of soil fertility on reclaimed lands, saving all types of resources used and preventing environmental damage. In order to reduce unproductive losses of irrigation water, it is necessary, switching to resource-saving technologies in irrigation, to actively use software and hardware systems for water distribution management at all levels of the reclamation water management complex of the Crimea, as well as for operational irrigation management on irrigated lands of the Republic of Crimea.

Развитие Республики Крым как региона с современными курортными, промышленными, сельскохозяйственными кластерами возможно только на основе эффективно функционирующего мелиоративного водохозяйственного комплекса [1]. Центральным звеном мелиоративной водохозяйственной системы Крыма, несмотря на непростые современные обстоятельства, был и остается Северо-Крымский Канал (СКК), построенный в Советское время.

По замыслу своих создателей, СКК должен был обеспечивать водой оросительные системы Херсонской и Крымской областей общей площадью 299,5 тыс. га, табл. 1 (по данным из архива Государственного комитета по водному хозяйству и мелиорации Республики Крым).