А. Н. Бабичев, Л. М. Докучаева, Р. Е. Юркова

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация

ОЦЕНКА АГРОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ ДЛИТЕЛЬНО ОРОШАЕМЫХ ПОЧВ

Цель: установить поправочные коэффициенты для учета негативных свойств и оценить агропроизводительную способность длительно орошаемых почв при различных почвенно-мелиоративных условиях. **Материалы и методы.** Объект исследования – различные типы почв, осваиваемые при длительном регулярном орошении. Анализ почвенных образцов проведен по общепринятым методикам. Оценка агропроизводительной способности осуществлена по почвенно-экологическому индексу, по зональному бонитету почв с поправками на свойства почв и по баллу фактической урожайности. **Результаты.** Установлены поправочные баллы для учета показателей оросительной и грунтовой вод при расчетах агропроизводительной способности почв по почвенно-экологическому индексу ПЭИ. Они составляют от 0 до 12 баллов. Поправочные коэффициенты для учета негативных свойств длительно орошаемых почв варьируют от 1 (свойства почв при орошении сохраняются) до 0,7–0,6 единицы (свидетельствуют о сильном изменении свойств почв). При расчетах агропроизводительной способности почв по баллу фактической урожайности культур определено, что почвы, имеющие менее 30 баллов, оцениваются как неэффективные для использования в орошаемом земледелии. Установлено, что в наибольшей степени теряют агропроизводительную способность почвы, длительно орошаемые слабоминерализованными водами (снижение составило 40–49 %), а также почвы, обладающие природными неблагоприятными свойствами, – чернозем южный и бурые полупустынные почвы. Наименьшее снижение наблюдается на темно-каштановых почвах (грунтовые воды глубже 3 м, пресная поливная вода и высокая культура земледелия). Установлено снижение агропроизводительной способности почв при использовании для поливов воды II и III классов, а также на участках с близким залеганием минерализованных грунтовых вод – от 5 до 17 %. **Выводы.** При оценке агропроизводительной способности почв при различных почвенно-мелиоративных условиях следует отдавать предпочтение расчетам по баллу фактической урожайности и с поправкой на свойства почв.

Ключевые слова: длительное орошение; свойства почв; комплексная оценка; агропроизводительная способность почв; бонитет почв; урожайность.

A. N. Babichev, L. M. Dokuchayeva, R. Ye. Yurkova

Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,
Russian Federation

ASSESSMENT OF AGRICULTURAL PRODUCTIVITY OF SOILS IRRIGATED FOR A LONG TIME

Purpose: to identify correction factors for accounting negative properties and to evaluate the agricultural productivity of long-term irrigated soils under various soil-reclamation

conditions. **Materials and methods.** The object of research is the various types of soils developed during long-term regular irrigation. The analysis of soil samples was carried out according to generally accepted methods. The agricultural productivity assessment was carried out on the basis of the soil-ecological index, on the zonal soil bonitet, adjusted for soil properties and on the point of actual yield. **Results.** Correction points have been established to account the indicators of irrigation and groundwater in calculating the agricultural productivity of soils according to the soil-ecological index SEI. They range from 0 to 12 points. Correction factors for account the negative properties of long-term irrigated soils vary from 1 (soil properties during irrigation remain) to 0.7–0.6 units (indicate a strong change in soil properties). When calculating the agricultural productivity of soils according to the actual crop yield score, it was determined that soils with less than 30 points are assessed as ineffective for use in irrigated agriculture. It has been found that the agricultural productivity of soils irrigated for a long time with weakly saline waters (a decrease of 40–49 %), as well as the soils with natural adverse properties – southern chernozem and brown semi-desert soils is lost to the greatest extent. The smallest decrease is observed on dark chestnut soils (groundwater deeper than 3 m, fresh irrigation water and high farming standards). The agricultural productivity of soils decrease is observed when water of class II and III is used for irrigation, as well as in areas with close occurrence of alkali groundwater – from 5 to 17 %. **Conclusions.** When assessing the agricultural productivity of soils under various soil-reclamation conditions, preference should be given to calculations based on the actual yield points and adjusted for soil properties.

Key words: long-term irrigation; soil properties; integrated assessment; agricultural productivity of soils; soil bonitet; productivity.

Введение. Степень агроэкологической устойчивости орошаемых земель зависит прежде всего от хозяйственной деятельности человека, задача которого – предусмотреть возможные изменения свойств почв при увеличении водной нагрузки на орошаемые массивы, чтобы исключить негативные почвенные процессы, приводящие к снижению почвенного плодородия и их агропроизводительной способности [1–9].

Применяемая стратегия орошаемого земледелия направлена на получение высокой урожайности возделываемых культур, поэтому поливные нормы рассчитываются с учетом полного удовлетворения потребности растений в воде [10, 11]. Поскольку для оптимизации почвенных процессов требуются иные условия увлажнения, орошаемые почвы теряют способность к воспроизводству почвенного плодородия. К тому же на многих оросительных системах для полива используется вода повышенной минерализации и неблагоприятного химического состава, что еще более усугубляет экологическое состояние орошаемых территорий и снижает эффективность оросительных мелиораций [12, 13].

В связи с этим возникла проблема оценки агропроизводительной способности орошаемых почв, так как в них развивается ряд негативных процессов, на которые следует делать соответствующие поправки к существующим оценкам в богарных условиях [14–16].

Цель исследований – установить поправочные коэффициенты для учета негативных свойств и оценить агропроизводительную способность длительно орошаемых почв при различных почвенно-мелиоративных условиях.

Материалы и методы. С целью установления поправочных коэффициентов для учета негативных свойств различных типов почв, осваиваемых при длительном регулярном орошении, на ключевых участках отобраны образцы почв по слоям 0–20, 20–40 см, проведены анализы по следующим показателям:

- гранулометрическому составу¹;
- микроагрегатному составу¹;
- агрегатному составу¹;
- содержанию карбонатов²;
- рН водной вытяжки³;
- составу водной вытяжки^{4, 5, 6, 7, 8};

¹ Вадюнина, А. Ф. Методы исследования физических свойств почв / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.

² Скуратов, Н. С. Лабораторные исследования почв: учеб. пособие / Н. С. Скуратов, Р. А. Каменев. – Персиановский: Изд-во Донского ГАУ, 2011. – 107 с.

³ ГОСТ 26423-85. Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки. – Введ. 1986-01-01. – М.: Стандартинформ, 2011. – 4 с.

⁴ ГОСТ 26424-85. Почвы. Метод определения ионов карбоната и бикарбоната в водной вытяжке. – Введ. 1986-01-01 // ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет [Электронный ресурс]. – Кодекс Юг, 2019.

⁵ ГОСТ 26425-85. Почвы. Методы определения иона хлорида в водной вытяжке. – Введ. 1986-01-01 // ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет [Электронный ресурс]. – Кодекс Юг, 2019.

⁶ ГОСТ 26426-85. Почвы. Методы определения иона сульфата в водной вытяжке. – Введ. 1986-01-01 ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет [Электронный ресурс]. – Кодекс Юг, 2019.

- обменным формам кальция, магния⁹, натрия¹⁰;
- содержанию обменного калия и подвижного фосфора^{11, 12}, нитратного¹³ и легкогидролизуемого азота²;
- содержанию гумуса¹⁴;
- групповому составу гумуса ускоренным методом М. М. Кононовой и Н. П. Бельчиковой¹⁵;
- гидролитической кислотности, насыщенности почв основаниями¹⁶.

Проведен анализ оросительной воды. Определены физические показатели почв: плотность сложения почвы методом кольца по Н. А. Качинскому¹.

В основу выбора ключевых участков была положена идентичность почвенных, геоморфологических, гидрологических условий, почвообразующих пород (лессовидные суглинки), сельскохозяйственного использова-

⁷ ГОСТ 26427-85. Почвы. Метод определения натрия и калия в водной вытяжке. – Введ. 1986-01-01 // ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет [Электронный ресурс]. – Кодекс Юг, 2019.

⁸ ГОСТ 26428-85. Почвы. Методы определения кальция и магния в водной вытяжке. – Введ. 1986-01-01 // ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет [Электронный ресурс]. – Кодекс Юг, 2019.

⁹ ГОСТ 26487-85. Почвы. Определение обменного кальция и обменного (подвижного) магния методами ЦИНАО. – Введ. 1986-07-01 // ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет [Электронный ресурс]. – Кодекс Юг, 2019.

¹⁰ ГОСТ 26950-86. Метод определения обменного натрия. – Введ. 1987-07-01 // ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет [Электронный ресурс]. – Кодекс Юг, 2019.

¹¹ ГОСТ 26205-91. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО. – Введ. 1993-07-01 // ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет [Электронный ресурс]. – Кодекс Юг, 2019.

¹² ГОСТ Р 54650-2011. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО. – Введ. 2013-01-01 // ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет [Электронный ресурс]. – Кодекс Юг, 2019.

¹³ ГОСТ 26951-86. Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом. – Введ. 1987-07-01 // ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет [Электронный ресурс]. – Кодекс Юг, 2019.

¹⁴ ГОСТ 26213-91. Методы определения органического вещества. – Введ. 1993-07-01 // ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет [Электронный ресурс]. – Кодекс Юг, 2019.

¹⁵ Пономарева, В. В. Гумус и почвообразование / В. В. Пономарева, Т. А. Плотникова. – Л.: Наука, 1980. – 222 с.

¹⁶ ГОСТ 26212-91. Почвы. Определение гидролитической кислотности по методу Каппена в модификации ЦИНАО. – Введ. 1993-07-01 // ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет [Электронный ресурс]. – Кодекс Юг, 2019.

ния, в основном в зернокармальных севооборотах с многолетними травами (люцерной), и способа полива (дождевание). Для определения баллов фактической урожайности выбраны данные на ключевых участках за последние 10 лет.

Результаты и обсуждение. Если в процессе оценки почвенного плодородия орошаемых земель обнаруживаются негативные и деградиационные почвенные процессы, необходимо провести оценку агропроизводительной способности почв. Она может осуществляться на основе системы бонитировки почв двумя методами:

- через расчет почвенно-экологических индексов;
- на основе существующего бонитета почв различных регионов.

Агропроизводительную способность почв также можно оценить непосредственно по показателям почвенного плодородия и урожайности возделываемых культур.

Оценка почв на основе почвенно-экологических индексов предложена И. И. Кармановым и Т. А. Фриевым [17]. Она дает возможность осуществлять количественную оценку почвенно-экологических условий территорий (участков).

В таблице 1 представлены приблизительные величины почвенно-экологических индексов для почв, находящихся в конкретных климатических условиях.

Таблица 1 – Величины почвенно-экологических индексов для некоторых почв [17]

Почва	Территория	Величина ПЭИ
Дерново-подзолистая суглинистая	Ярославская область	49
Серая лесная суглинистая	Тульская область	63
Чернозем типичный мощный	Курская область	75
Чернозем типичный мощный	Алтайский край	60
Чернозем слабовыщелоченный сверхмощный	Краснодарский край	100
Чернозем южный	Ростовская область	47
Светло-каштановая	Ростовская область	43

Эти величины хорошо согласуются с общими зонально-провинциальными закономерностями плодородия почв и могут использоваться в качестве исходной почвенно-экологической оценки рассматриваемого объекта.

На орошаемых землях идут негативные процессы, поэтому величины ПЭИ для почв с наиболее сильным проявлением отрицательных свойств корректируют в каждом конкретном случае отдельно с учетом направленности почвенного процесса.

В основном они обусловлены тремя факторами:

- минерализацией и низким качеством поливной воды;
- близким залеганием грунтовых вод;
- минерализацией и химическим составом грунтовых вод.

Поэтому предлагается снижать величину ПЭИ с учетом воздействия этих факторов на почвенный покров.

Используя существующие классификации, порядок снижения баллов ПЭИ можно представить в виде таблицы 2. Снижение каждой градации на 4 балла взято из рекомендаций И. И. Карманова, который предлагает для слабозасоленных почв снижать балл на 4, для средnezасоленных – на 8, для сильнозасоленных – на 12. Аналогичные поправки следует делать и на другие отрицательные свойства. Считаем, что целесообразнее сделать поправки на те факторы, которые способствуют изменению ряда свойств почвы, вызывая ее деградацию [18].

Таблица 2 – Баллы для снижения почвенно-экологических индексов ПЭИ

Качество поливной воды		Глубина грунтовых вод		Минерализация грунтовых вод	
класс	балл	м	балл	г/дм ³	балл
I	0	> 3	0	< 1	0
II	4	2–3	4	1–6	4
III	8	1,5–2,0	8	6–10	8
IV	12	< 1,5	12	> 10	12

Так, например, южные черноземы Ростовской области, согласно почвенно-экологическим условиям, имеют ПЭИ, равный 47 баллам, но при

орошении уровни грунтовых вод стабилизировались на глубине 1,5–2,0 м, а минерализация их превысила 10 г/дм³. ПЭИ_ф южных черноземов на данный момент по фактическому состоянию составит 27 баллов (47 – 8 – 12).

Исходя из этих данных, можно рассчитать коэффициент изменения экологических условий (Кэу) в виде отношения ПЭИ/ПЭИ_ф, в котором: ПЭИ – почвенно-экологический индекс, отражающий зональные условия; ПЭИ_ф – почвенно-экологический индекс фактический (претерпевший изменения в силу антропогенного воздействия, например орошения).

Для зоны орошаемых черноземов Кэу составляет более 1,5 единиц, что свидетельствует о низкой эффективности использования орошаемых земель. На южных черноземах Кэу равен 1,7. Исходя из данных, здесь в первую очередь следует понизить уровни грунтовых вод, а затем определить, какие работы следует провести для восстановления плодородия земель. Для этого требуется провести следующий этап работы, заключающийся в определении дополнительных показателей, характеризующих почвенное плодородие.

Для расчетов укрупненных баллов бонитета почв очень удобно пользоваться расчетными величинами суммарного показателя свойств почв для основных зональных почв (таблица 3) [19].

Таблица 3 – Расчетная величина суммарного показателя свойств почв для основных зональных и других почв суглинистого гранулометрического состава

Почва	Величина суммарного показателя	Почва	Величина суммарного показателя
Подзолы и подзолистые	0,67	Черноземы обыкновенные	0,96
Дерново-подзолистые	0,73	Южные	0,92
Бурые лесные	0,81	Лугово-черноземные лесостепи	0,92
Светло-серые лесные	0,78	Лугово-черноземные степной зоны	0,96
Серые лесные	0,81	Темно-каштановые	0,86
Темно-серые	0,86	Каштановые	0,81
Черноземы оподзоленные	0,92	Светло-каштановые	0,78
Выщелоченные	0,96	Лугово-каштановые	0,90
Типичные	1,0	Коричневые	0,85

Величины суммарного показателя свойств почв разработаны на основе анализа связей почвенно-климатических факторов с урожайностью сельскохозяйственных культур и обобщения материалов региональных почвенных исследований [19]. Величина суммарного показателя, равная 1, соответствует 100 баллам (чернозем типичный).

Однако при бонитировке почв сложен учет таких свойств и показателей, которые влияют на эффективность использования земель. В орошаемом земледелии к ним следует отнести плотность сложения почв, водопрочность, вторичное засоление, щелочность, солонцеватость, гидролитическую кислотность, насыщенность основаниями, количество гумуса, обеспеченность элементами питания, наличие загрязнителей. Эти свойства почв должны учитываться с помощью поправочных коэффициентов, которые представлены в таблицах 4–6. Анализ показывает, что для солонцеватых (засоленных) почв поправочные коэффициенты составляют: для слабосолонцеватых (слабозасоленных) – 0,8–0,9, для среднесолонцеватых (среднезасоленных) – 0,8–0,7, для сильносолонцеватых (сильнозасоленных) – 0,7–0,6.

Таблица 4 – Поправочные коэффициенты (Кп) к водно-физическим свойствам мелиорируемых почв

Плотность сложения в пахотном слое		Водопрочность* в пахотном слое (0–30 см)	
т/м ³	Кп	%	Кп
Свежевспаханная, вспушена (1,0–1,1)	1	Хорошая (40–75)	1
Уплотнена (1,1–1,2)	0,9–0,8	Удовлетворительная (40–20)	0,9–0,8
Сильно уплотнена (1,2–1,4)	0,8–0,7	Неудовлетворительная (20–10)	0,8–0,7
Очень сильно уплотнена (более 1,4)	0,7–0,6	Отсутствует (менее 10)	0,7–0,6
* Водопрочность – сумма водопрочных агрегатов более 0,25 мм, % (метод Саввинова).			

Как видно из приведенного анализа, имеется множество поправочных коэффициентов, которые можно применять при использовании существующих зональных бонитировочных шкал (см. таблицы 4–6).

Таблица 5 – Поправочные коэффициенты к физико-химическим свойствам

Засоление		Щелочность		Солонцеватость		Кислотность Hr		Насыщенность основаниями	
Степень	Кп	Степень	Кп	Степень	Кп	Степень	Кп	V	Кп
Незасоленные	1,0	Нещелочные	1,0	Несолонцеватые	1,0	Нейтральная	1,0	Высокая	1,0
Слабая	0,9–0,8	Слабощелочные	0,9–0,8	Слабая	0,9–0,8	Слабая	0,9–0,8	Средняя	0,9–0,8
Средняя	0,8–0,7	Среднещелочные	0,8–0,7	Средняя	0,8–0,7	Средняя	0,8–0,7	Низкая	0,8–0,7
Сильная	0,7–0,6	Сильнощелочные	0,7–0,6	Сильная	0,7–0,6	Сильная	0,7–0,6	Очень низкая	0,7–0,6

Таблица 6 – Поправочные коэффициенты (Кп) к агрохимическим свойствам мелиорируемых почв и наличию загрязнителей

Гумус в минеральном профиле		Тип гумуса		Обеспеченность питательными элементами		Наличие загрязнителей	
%	Кп	Сг.к./Сф.к.	Кп	Уровень	Кп	Степень загрязнения	Кп
Высокое (более 6)	1,0	Гуматный (более 2)	1,0	Высокий	1,0	Ниже ПДК	1,0
Среднее (6–4)	0,9–0,8	Фульватно-гуматный (2–1)	0,9–0,8	Средний	0,9–0,8	Выше ПДК до 2 загрязнителей	0,9–0,8
Низкое (4–2)	0,8–0,7	Гуматно-фульватный (1–0,5)	0,8–0,7	Низкий	0,8–0,7	Выше ПДК на 2–4 загрязнителя	0,8–0,7
Очень низкое (менее 2)	0,7–0,6	Фульватный (менее 0,5)	0,7–0,6	Очень низкий	0,7–0,6	Выше ПДК не более 4 загрязнителей	0,7–0,6

Предлагается из множества поправочных коэффициентов брать не менее трех в случае, если они приближены к 1 (0,8–0,9). Если поправки находятся в диапазоне 0,7–0,6, то зональный бонитет корректируется не более чем двумя поправками. При этом лучше взять поправки на те показатели, которые в большей степени коррелируют с урожайностью сельскохозяйственных культур. Например, чернозем обыкновенный, согласно суммарному показателю свойств этой зональной почвы, оценивается в 96 баллов (см. таблицу 3). Но в результате орошения слабоминерализованной водой сульфатно-натриевого состава он стал среднесолонцеватым (поглощенного натрия около 10 %, $K_p = 0,8...0,9$), уплотнился до $1,33 \text{ т/м}^3$ ($K_p = 0,75$), водопрочность агрегатов стала неудовлетворительной ($K_p = 0,75$), содержание гумуса низкое ($K_p = 0,75$), тип гумуса – фульватно-гуматный ($K_p = 0,75$), обеспеченность питательными элементами низкая ($K_p = 0,75$).

Коэффициент изменения свойств почв ($K_{св.п.}$) определяется отношением B_z/B_ϕ (где B_z – зональный бонитет почвы, B_ϕ – фактический бонитет почвы с учетом поправок) и будет равняться $\frac{96}{54} = 1,8$, т. е. свойства почв претерпели существенные изменения.

$K_{св.п.}$, составляющий более 1,5, свидетельствует о снижении агропроизводительной способности почв.

Если причины снижения агропроизводительной способности почв не раскрыты в результате изменения ПЭИ и баллов бонитета почв под влиянием мелиоративных факторов, необходимо провести полное обследование почвенного плодородия. Затем установить корреляционные зависимости между каждым показателем свойств почв и урожайностью сельскохозяйственных культур и выделить те показатели, которые имеют более тесную связь.

Интегральным показателем агропроизводительной способности орошаемых почв является урожайность возделываемых культур. Именно

этот показатель отражает все отрицательные факторы, влияющие на продуктивность земель, как почвенные, так и климатические и хозяйственные.

При оценке агропроизводительной способности длительно орошаемых почв на районном и региональном уровне фактическая урожайность сельскохозяйственных культур должна сравниваться с проектной величиной, которая определяется проектными организациями или региональными министерствами (управлениями) сельского хозяйства. Вместо проектной урожайности сельскохозяйственных культур можно принять максимальную, полученную в районе (области) за последние 10 лет. Балл фактической урожайности определяется по формуле:

$$Y_{\text{ф(балл)}} = \frac{Y_{\text{ф}}}{Y_{\text{пр(max)}}} 100, \quad (1)$$

где $Y_{\text{ф(балл)}}$ – балл фактической урожайности;

$Y_{\text{ф}}$ – урожайность фактическая в ц/га, т/га, к. е./га, з. е./га;

$Y_{\text{пр(max)}}$ – урожайность проектная (максимальная) в ц/га, т/га, к. е./га, з. е./га.

Балл фактической урожайности, рассчитанный по формуле (1), показывает, насколько эффективность использования оцениваемых земель соответствует эталону, принятому за 100 баллов.

В различных регионах России и некоторых странах СНГ применяются критерии балльной оценки по урожайности [14, 19, 20].

Оценочная шкала эффективности использования мелиорированных земель представлена в таблице 7.

На основе предложенных подходов нами проведена комплексная оценка агропроизводительной способности длительно орошаемых почв по ключевым участкам различных типов почв (таблица 8).

Баллы бонитета исследуемых почв взяты согласно зональности регионов. Они свидетельствуют о снижении по всем ключевым участкам. Так,

балл бонитета серых лесных почв в условиях длительного орошения по сравнению с бонитетом зональным снизился на 28 %.

Таблица 7 – Оценочная шкала эффективности использования мелиорированных земель по фактической урожайности в сравнении с проектной (максимальной)

Снижение урожая, %	Оценочный балл	Эффективность использования
Нет снижения урожая Проектная (максимальная) урожайность	100 и более	Очень высокая
0–10	100–90	Высокая
10–20	90–80	Выше средней
20–40	80–60	Средняя
40–70	60–30	Низкая
70 и более	30–10	Очень низкая

В наибольшей степени теряют агропроизводительную способность почвы, которые длительно орошались слабоминерализованными водами (снижение 40–49 %), а также почвы, обладающие природными неблагоприятными свойствами. К ним, например, относятся чернозем южный и бурые полупустынные почвы. Чернозем южный к тому же и более 30 лет орошается водой плохого качества.

Наименьшее снижение агропроизводительной способности при длительном орошении наблюдается на темно-каштановых почвах, где поддерживались соответствующие условия (грунтовые воды глубже 3 м, пресная поливная вода) и высокая культура земледелия.

Коэффициент изменения свойств почв $K_{св.п.}$, рассчитанный по отношению балла зонального к баллу фактического бонитета почв, также указывает на потерю агропроизводительной способности исследуемых длительно орошаемых почв.

$K_{св.п.}$, составляющие более 1,5, уже свидетельствуют о неблагополучном состоянии почвенного покрова. $K_{св.п.}$ получен на тех же орошаемых участках, на которых снизилась агропроизводительная способность почв.

Нами также проведена оценка агропроизводительной способности орошаемых почв на основе почвенно-экологических индексов с поправками на природные условия, оказывающие влияние на почвенное плодородие (таблица 9).

**Таблица 8 – Комплексная оценка агропроизводительной способности длительно орошаемых почв
(по свойствам почв)**

Почва	Балл почвы по зональности	Свойства почвы после длительного орошения	Поправочный коэффициент на свойство	Балл почвы с учетом поправочного коэффициента	Снижение агропроизводительной способности, %	Коэффициент изменения свойств почвы
1	2	3	4	5	6	7
Серые лесные (Рязанская область)	81	Водопрочность – 31 % Гидролитическая кислотность – 3,54 ммоль(экв)/100 г Насыщенность основаниями – 53 %	0,85 0,85 0,85	58	28	1,40
Черноземы типичные (Хохольский район Воронежской области)	100	Водопрочность – 38 % Плотность сложения почвы – 1,29 т/м ³ Гидролитическая кислотность – 3,2 ммоль(экв)/100 г	0,85 0,75 0,85	64	36	1,56
Чернозем обыкновенный (Богучарский район Воронежской области)	96	Водопрочность – 35 % Плотность сложения почвы – 1,32 т/м ³ Гидролитическая кислотность – 2,0 ммоль(экв)/100 г	0,85 0,75 1,00	61	37	1,57
Чернозем обыкновенный (Акса́йский район Ростовской области)	94	Поглощенный Na – 6 % Плотность сложения – 1,33 т/м ³ Водопрочность – 28 % Гумус – 3,8 % Обеспеченность питательными элементами низкая	0,8–0,9 0,75 0,75 0,75 0,75	53	44	1,77
Чернозем обыкновенный (Багаевский район Ростовской области)	110	Гумус – 3,7 % Водопрочность – 35 % Плотность сложения – 1,25 т/м ³	0,8 0,8 0,75	66	40	1,67

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5	6	7
Чернозем обыкновенный (Неклиновский район Ростовской области)	100	Щелочность – 1,2 мг-экв./100 г Поглощенный Na – 5 % Плотность сложения – 1,20 т/м ³ Водопрочность – 20 % Гумус – 3,6 % Обеспеченность питательными элементами низкая	0,86 0,75 0,75 0,80 0,80 0,75	60	40	1,66
Чернозем южный (Сальский район Ростовской области)	82	Щелочность – 1,33 мг-экв./100 г Поглощенный Na – 10 % Гумус – 3,48	0,85 0,70 0,75	43	48	1,91
Темно-каштановые (Саратовская область)	86	Водопрочность – 32 % Плотность сложения – 1,38 т/м ³	0,85 0,75	55	36	1,56
Бурые полупустынные (Светлоярский район Волгоградской области)	78	Водопрочность – 33 % Гумус – 1,6 % Плотность сложения – 1,30 т/м ³	0,85 0,60 0,85	40	49	1,95

Таблица 9 – Оценка агропроизводительной способности почв по ПЭИ с поправкой на мелиоративные условия

Почва	Балл по ПЭИ	Мелиоративные условия	Поправочные коэффициенты	Балл ПЭИ с учетом поправочных коэффициентов	Снижение агропроизводительной способности, %
Серые лесные (Рязанская область)	63	Поливная вода – I класс Глубина грунтовых вод – более 3 м Минерализация грунтовых вод – менее 1 г/дм ³	0 0 0	63	0
Черноземы типичные (Хохольский район Воронежской области)	75	Поливная вода – I класс Глубина грунтовых вод – более 3 м Минерализация грунтовых вод – менее 1 г/дм ³	0 0 0	75	0
Чернозем обыкновенный (Богучарский район Воронежской области)	90	Поливная вода – II класс Глубина грунтовых вод – более 3 м Минерализация грунтовых вод – более 1 г/дм ³	4 0 0	86	5
Чернозем обыкновенный (Акса́йский район Ростовской области)	95	Поливная вода – III класс Глубина грунтовых вод – 2–3 м Минерализация грунтовых вод – 3–5 г/дм ³	8 4 4	79	17
Чернозем обыкновенный (Багаевский район Ростовской области)	95	Поливная вода – I класс Глубина грунтовых вод – 1,5–2 м Минерализация грунтовых вод – 4–6 г/дм ³	0 8 4	83	13
Чернозем обыкновенный (Неклиновский район Ростовской области)	95	Поливная вода – III класс Глубина грунтовых вод – более 3 м Минерализация грунтовых вод – более 1 г/дм ³	8 0 0	87	9
Чернозем южный (Сальский район Ростовской области)	47	Поливная вода – III класс Глубина грунтовых вод – более 3 м Минерализация грунтовых вод – менее 1 г/дм ³	8 0 0	39	17
Темно-каштановые (Саратовская область)	45	Поливная вода – I класс Глубина грунтовых вод – более 3 м Минерализация грунтовых вод – менее 1 г/дм ³	0 0 0	45	0
Бурые полупустынные (Светлоярский район Волгоградской области)	43	Поливная вода – I класс Глубина грунтовых вод – более 3 м Минерализация грунтовых вод – менее 1 г/дм ³	0 0 0	43	0

Оценка агропроизводительной способности длительно орошаемых почв по баллу фактической урожайности в сравнении с баллами по свойствам почв и поправками на мелиоративное состояние представлена в таблице 10.

Таблица 10 – Балл фактической урожайности на длительно орошаемых почвах по ключевым участкам

Почва	Культура	Урожайность максимальная, т/га	Урожайность фактическая, т/га	Снижение урожайности, %	Балл фактической урожайности
Чернозем обыкновенный, орошаемый пресной водой (Багаевский район Ростовской области)	Озимая пшеница	4,8	3,36	30	70
	Ячмень	4,5	3,38	25	75
	Люцерна на сено	15,0	11,28	25	75
	Кукуруза на зерно	10,0	5,28	53	53
	Средний балл по фактической урожайности				68
	Балл по свойствам почв				66
Чернозем обыкновенный, орошаемый слабоминерализованной водой (Аксацкий район Ростовской области)	Балл по ПЭИ с поправками на мелиоративные условия				83
	Подсолнечник	3,0	1,77	41	59
	Картофель	30,0	13,5	55	45
	Капуста	35,0	16,5	53	47
	Средний балл по фактической урожайности				50
	Балл по свойствам почв				53
Чернозем обыкновенный (Неклиновский район Ростовской области)	Балл по ПЭИ с поправками на мелиоративные условия				79
	Озимая пшеница	4,8	3,02	37	63
	Капуста	3,0	1,47	51	49
	Картофель	30,0	20,7	31	69
	Кукуруза на зерно	10,0	5,34	47	53
	Средний балл по фактической урожайности				59
Чернозем южный (Сальский район Ростовской области)	Балл по свойствам почв				60
	Балл по ПЭИ с поправками на мелиоративные условия				87
	Озимая пшеница	3,0	1,58	48	52
	Картофель	20,0	7,84	61	39
	Ячмень	2,5	1,03	39	41
	Кукуруза на зерно	8,0	4,2	47	53
Чернозем южный (Сальский район Ростовской области)	Средний балл по фактической урожайности				46
	Балл по свойствам почв				43
	Балл по ПЭИ с поправками на мелиоративные условия				39

Выводы

1 Агропроизводительная способность почв оценивается на основе расчетов почвенно-экологических индексов, бонитета почв с учетом зональности свойств почв и непосредственно по фактической урожайности

возделываемых культур. Но, поскольку на орошаемых землях идут негативные почвенные процессы, эти расчеты следует корректировать с помощью поправочных коэффициентов.

2 Почвенно-экологические индексы определяются почвенными и климатическими условиями. Основными факторами, влияющими на эту величину при орошении, являются минерализация и низкое качество поливной воды, близкое залегание грунтовых вод, их минерализация и химический состав. Баллы для снижения ПЭИ по этим показателям составляют от 0, когда изменения не обнаруживают, до 12 (свидетельствуют о значительных трансформациях почвенно-экологических условий). Коэффициент изменения этих условий ($K_{эу}$) (рассчитанный в виде отношения ПЭИ зонального к ПЭИ фактическому) более 1,5 указывает на низкую агропроизводительную способность почв.

3 Для оценки агропроизводительной способности длительно орошаемых почв разработаны поправочные коэффициенты к существующим по зональности бонитетам почв при изменении водно-физических, физико-химических, агрохимических свойств и наличии загрязнителей. Они варьируют от 1 (свойства почв при орошении сохраняются) до 0,7–0,6 единицы (свидетельствуют о сильном изменении свойств почв). При обнаружении необходимости проведения нескольких поправок в диапазоне 0,7–0,6 предлагается зональный бонитет корректировать не более чем двумя поправками на свойства почв, которые в большей степени коррелируют с урожайностью возделываемых культур. Коэффициент изменения свойств почв ($K_{св.п.}$), определяемый отношением зонального бонитета почв к фактическому, составляющий более 1,5 единиц, свидетельствует о снижении агропроизводительной способности почв.

4 Интегральным показателем агропроизводительной способности почв является балл фактической урожайности возделываемых культур. Этот показатель отражает все отрицательные факторы, влияющие на про-

дуктивность земель, как почвенные, так и климатические и хозяйственные. При 100 баллах нет снижения агропроизводительной способности почв и эффективность использования орошаемых земель оценивается как очень высокая. При оценочном балле менее 30 баллов – очень низкая эффективность.

5 Комплексная оценка агропроизводительной способности длительно орошаемых почв, рассчитанная с поправкой на свойства почв, показала, что ее снижение наблюдалось по всем ключевым участкам. Но в наибольшей степени теряют агропроизводительную способность почвы, которые длительно орошались слабоминерализованными водами (снижение составило 40–49 %), а также почвы, обладающие природными неблагоприятными свойствами. К ним, например, относятся чернозем южный и бурые полупустынные почвы. Чернозем южный к тому же и более 30 лет орошается водой плохого качества.

Наименьшее снижение агропроизводительной способности при длительном орошении наблюдается на темно-каштановых почвах, где поддерживались соответствующие условия (грунтовые воды глубже 3 м, пресная поливная вода) и высокая культура земледелия.

6 Расчеты агропроизводительной способности почв, проведенные по почвенно-экологическим индексам с поправкой на мелиоративные условия (минерализация и качество оросительной воды, глубина, минерализация и химический состав грунтовых вод), показали, что там, где для поливов использовалась вода II и III классов, а также на участках с близким залеганием минерализованных грунтовых вод агропроизводительная способность длительно орошаемых почв снизилась на 5–17 %. Там, где рассматриваемые мелиоративные условия были благоприятными, они не снижали агропроизводственный потенциал.

7 Оценка агропроизводительной способности длительно орошаемых почв по баллу фактической урожайности показала, что эффективность орошаемого земледелия зависит не только от почвенных и мелиоративных

условий, но и от требований возделываемых культур к условиям произрастания. Значительное снижение урожая сельскохозяйственных культур наблюдается на участках, которые орошаются слабоминерализованными водами, и к тому же если почвы обладают природными неблагоприятными свойствами.

8 Сравнивая средний балл по фактической урожайности с баллами бонитета, рассчитанными по свойствам почв и по ПЭИ с поправками на мелиоративное состояние, следует отметить лучшую сходимость расчетов по баллу фактической урожайности и с поправкой на свойства почв. Этим комплексным оценкам следует отдавать предпочтение при расчетах агропроизводительной способности орошаемых почв.

Список использованных источников

1 Панов, А. П. Почвенные процессы в орошаемых черноземах и каштановых почвах и пути предотвращения их деградации / Н. П. Панов, В. Г. Мамонтов. – М.: Рос-сельхозакадемия, 2001. – 253 с.

2 Андреев, Г. И. Экологическое состояние орошаемых почв на Нижнем Дону: монография / Г. И. Андреев, Г. А. Козлечков, А. Г. Андреев. – Днепропетровск, 2007. – 262 с.

3 Деградация и охрана почв / под общ. ред. Г. В. Добровольского. – М.: Изд-во МГУ, 2002. – 658 с.

4 Комиссаров, А. В. Влияние длительного орошения на свойства чернозема выщелоченного в Южном Предуралье / А. В. Комиссаров // Земледелие. – 2015. – № 2. – С. 5–9.

5 Щедрин, В. Н. Теория и практика альтернативных видов орошения черноземов юга европейской территории России: монография / В. Н. Щедрин, С. М. Васильев. – Новочеркасск: Лик, 2011. – 435 с.

6 Васильев, С. М. Повышение экологической безопасности способов орошения для формирования устойчивых агроландшафтов в аридной зоне: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 06.01.02 / Васильев Сергей Михайлович. – Волгоград, 2006. – 35 с.

7 Effects of supplementary irrigation on chemical and physical soil properties in the rolling pampa region of Argentina / R. Mon, C. Iruetia, G. F. Botta, O. Pozzolo, F. Bellora Melcon, D. Rivero, M. Bomben // Ciencia e Investigacion Agraria. – 2007. – № 34(3). – P. 187–194. – DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-16202007000300002>.

8 Al-Zu'bi, Y. Effect of irrigation water on agricultural soil in Jordan valley: An example from arid area conditions / Y. Al-Zu'bi // Journal of Arid Environments. – 2007. – № 7. – P. 63–79. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2007.01.001>.

9 Herrero, J. Soil salinity changes over 24 years in a Mediterranean irrigated district / J. Herrero, O. Perez Covetta // Geoderma. – 2005. – № 125. – P. 287–308. – DOI: [10.1016/j.geoderma.2004.09.004](https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2004.09.004).

10 Сенчуков, Г. А. Ландшафтно-экологические и организационно-хозяйственные аспекты обоснования водных мелиораций / Г. А. Сенчуков. – Ростов н/Д.: Изд-во СКНЦ ВШ, 2001. – 276 с.

11 Ильинская, И. Н. Нормирование орошения и продуктивности агроэкосистем на Северном Кавказе / И. Н. Ильинская. – Ростов н/Д.: Изд-во СКНЦ ВШ, 2005. – 112 с.

12 Щедрин, В. Н. Негативные почвенные процессы при регулярном орошении различных типов почв / В. Н. Щедрин, Л. М. Докучаева, Р. Е. Юркова // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. – 2018. – № 2(30). – С. 1–21. – Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=542&id=543>.

13 Кирейчева, Л. В. Оценка эффективности оросительных мелиораций в зональном ряду почв / Л. В. Кирейчева, Н. П. Карпенко // Почвоведение. – 2015. – № 5. – С. 587–596.

14 Карманов, И. И. Современные аспекты оценки земель и плодородия почв / И. И. Карманов, Д. С. Булгаков // Почвоведение. – 2002. – № 7. – С. 850–857.

15 Половинкина, Н. В. Агроэкологическая оценка почв как основа для управления почвенно-экологическими рисками (на примере почв сухой степи Волгоградского Заволжья) / Н. В. Половинкина, С. Ю. Розов // Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение. – 2017. – № 1. – С. 47–54.

16 Докучаева, Л. М. Оценка эффективности использования орошаемых земель на основе бонитета почв и поправочных коэффициентов / Л. М. Докучаева, Э. Н. Стратинская // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. ст. / ФГНУ «РосНИИПМ»; под ред. В. Н. Щедрина. – Новочеркасск: Геликон, 2010. – Вып. 43. – С. 6–12.

17 Карманов, И. И. Бонитировка почв на основе почвенно-экологических показателей / И. И. Карманов, Т. А. Фриев // Земледелие. – 1982. – № 5. – С. 18–22.

18 Докучаева, Л. М. Природно-экологические показатели эффективности использования мелиорируемых земель / Л. М. Докучаева // Современные проблемы мелиорации земель, пути и методы их решения: сб. науч. тр. / ФГНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск: Геликон, 2003. – С. 170–180.

19 Оценка почв / В. И. Савич, Х. А. Амергужин, И. И. Карманов, Д. С. Булгаков, Ю. В. Федорин, Л. А. Карманова. – Астана, 2003. – 556 с.

20 Бонитировка почв в системе земельного кадастра: учеб. пособие для вузов / Л. Б. Востокова, Д. С. Булгаков, Н. В. Орешникова, А. С. Яковлев; под общ. ред. С. А. Шобы, А. С. Яковлева. – М.: МАКС Пресс, 2010. – 300 с.

References

1 Panov A.P., Mamontov V.G., 2001. *Pochvennye protsessy v oroshaemykh chernozemakh i kashtanovykh pochvakh i puti predotvrashcheniya ikh degradatsii* [Soil Processes in Irrigated Chernozems and Chestnut Soils and Ways to Prevent Their Degradation]. Moscow, Russian Agricultural Academy Publ., 253 p. (In Russian).

2 Andreev G.I., Kozlechikov G.A., Andreev A.G., 2007. *Ekologicheskoe sostoyanie oroshaemykh pochv na Nizhnem Donu: monografiya* [Ecological Condition of Irrigated Soils in the Lower Don: monograph]. Dnepropetrovsk, 262 p. (In Russian).

3 Dobrovolsky G.V., 2002. *Degradatsiya i okhrana pochv* [Soil Degradation and Protection]. Moscow, Moscow State University Publ., 658 p. (In Russian).

4 Komissarov A.V., 2015. *Vliyanie dlitel'nogo orosheniya na svoystva chernozema vyshchelochennogo v Yuzhnom Predural'e* [Influence of a long-term irrigation on the leached chernozem characteristics in the Southern Cis-Urals]. *Zemledelie* [Farming], no. 2, pp. 5-9. (In Russian).

5 Shchedrin V.N., Vasiliev S.M., 2011. *Teoriya i praktika al'ternativnykh vidov orosheniya chernozemov yuga evropeyskoy territorii Rossii: monografiya* [Theory and Practice of Alternative Types of Chernozem Irrigation in the South of the European Territory of Russia: Monograph]. Novocherkassk, Lik Publ., 435 p. (In Russian).

6 Vasiliev S.M., 2006. *Povyshenie ekologicheskoy bezopasnosti sposobov orosheniya dlya formirovaniya ustoychivyykh agrolandshaftov v aridnoy zone. Avtoreferat diss. d-ra tekhn. nauk* [Improving the environmental safety of irrigation methods for the formation of sustainable agrolandscapes in the arid zone. Abstract of Dr. techn. sci. diss.]. Volgograd, 35 p. (In Russian).

7 Mon R., Irurtia C., Botta G.F., Pozzolo O., Bellora Melcon F., Rivero D., Bomben M., 2007. Effects of supplementary irrigation on chemical and physical soil properties in the rolling pampa region of Argentina. *Ciencia e Investigacion Agraria*, no. 34(3), pp. 187-194, DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-16202007000300002>.

8 Al-Zu'bi Y., 2007. Effect of irrigation water on agricultural soil in Jordan valley: An example from arid area conditions. *Journal of Arid Environments*, no. 7, pp. 63-79, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2007.01.001>.

9 Herrero J., Perez Covetta O., 2005. Soil salinity changes over 24 years in a Mediterranean irrigated district. *Geoderma*, no. 125, pp. 287-308, DOI: 10.1016/j.geoderma.2004.09.004.

10 Senchukov G.A., 2001. *Landshaftno-ekologicheskie i organizatsionno-khozyaystvennye aspekty obosnovaniya vodnykh melioratsiy zemel'* [Landscape-Ecological and Organizational-Economic Aspects of the Substantiation of Land Reclamation]. Rostov-on-Don, SKNTs VSh Publ., 276 p. (In Russian).

11 Il'inskaya I.N., 2005. *Normirovanie orosheniya i produktivnosti agroekosistem na Severnom Kavkaze* [Rationing of Irrigation and Productivity of Agroecosystems in the North Caucasus]. Rostov-on-Don, SKNTs VSh Publ., 112 p. (In Russian).

12 Shchedrin V.N., Dokuchaeva L.M., Yurkova R.E., 2018. [Negative soil processes during regular irrigation of various soil types]. *Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii*, no. 2(30), pp. 1-21, available: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=542&id=543>. (In Russian).

13 Kireicheva L.V., Karpenko N.P., 2015. *Otsenka effektivnosti orositel'nykh melioratsiy v zonal'nom ryadu pochv* [Evaluation of the efficiency of irrigation in a zonal soil sequence]. *Pochvovedenie* [Soil Science], no. 5, pp. 587-596. (In Russian).

14 Karmanov I.I., Bulgakov D.S., 2002. *Sovremennye aspekty otsenki zemel' i plodorodiya pochv* [Modern aspects of the assessment of land and soil fertility]. *Pochvovedenie* [Soil Science], no. 7, pp. 850-857. (In Russian).

15 Polovinkina N.V., Rozov S.Yu., 2017. *Agroekologicheskaya otsenka pochv kak osnova dlya upravleniya pochvenno-ekologicheskimi riskami (na primere pochv sukhoy stepi Volgogradskogo Zavolzh'ya)* [Agroecological evaluation of soils as a basis for controlling soil-ecological risks (by example of soils of the dry steppe zone in the Volgograd Trans-Volga region)]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 17. Pochvovedenie* [Moscow University Physics Bull. Series 17. Soil Science], no. 1, pp. 47-54. (In Russian).

16 Dokuchaeva L.M., Stratinskaya E.N., 2010. *Otsenka effektivnosti ispol'zovaniya oroshaemykh zemel' na osnove boniteta pochv i popravochnykh koeffitsientov* [Evaluation of the efficiency of the irrigated lands use on the basis of soil bonitet and correction factors]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya: sbornik statey* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture: proc.]. Novocherkassk, Helikon Publ., iss. 43, pp. 6-12. (In Russian).

17 Karmanov I.I., Friev T.A., 1982. *Bonitirovka pochv na osnove pochvenno-ekologicheskikh pokazateley* [Soil Bonitation on the Basis of Soil-Ecological Indices]. *Zemledelie* [Farming], no. 5, pp. 18-22. (In Russian).

18 Dokuchaeva L.M., 2003. *Prirodno-ekologicheskie pokazateli effektivnosti is-pol'zovaniya melioriruemyykh zemel'* [Natural-ecological indicators of the efficiency of the use of reclaimed land]. *Sovremennye problemy melioratsii zemel', puti i metody ikh resheniya: sb. nauch. tr.* [Urgent Issues of Land Reclamation, Ways and Methods for their Solution: Proc.]. RosNIIPM, Novocherkassk, Helikon Publ., pp. 170-180. (In Russian).

19 Savich V.I., Amerguzhin H.A., Karmanov I.I., Bulgakov D.S., Fedorin Yu.V., Karmanova L.A., 2003. *Otsenka pochv* [Soil Assessment]. Astana, 556 p. (In Russian).

20 Vostokova L.B., Bulgakov D.S., Oreshnikova N.V., Yakovlev A.S., Shoba S.A., 2010. *Bonitirovka pochv v sisteme zemel'nogo kadastra: ucheb. posobie dlya vuzov* [Soil Bonitet in Land Cadastre System: textbook for universities]. Moscow, MAX Press Publ., 300 p. (In Russian).

Бабичев Александр Николаевич

Ученая степень: доктор сельскохозяйственных наук

Должность: ведущий научный сотрудник

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»

Адрес организации: Баклановский пр-т, 190, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация, 346421

E-mail: BabichevAN2006@yandex.ru

Babichev Aleksandr Nikolayevich

Degree: Doctor of Agricultural Sciences

Position: Leading Researcher

Affiliation: Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems

Affiliation address: Baklanovsky ave., 190, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346421

E-mail: BabichevAN2006@yandex.ru

Докучаева Лидия Михайловна

Ученая степень: кандидат сельскохозяйственных наук

Должность: ведущий научный сотрудник

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»

Адрес организации: Баклановский пр-т, 190, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация, 346421

E-mail: rosniiipm@yandex.ru

Dokuchayeva Lidiya Mikhaylovna

Degree: Candidate of Agricultural Sciences

Position: Leading Researcher

Affiliation: Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems

Affiliation address: Baklanovsky ave., 190, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346421

E-mail: rosniiipm@yandex.ru

Юркова Рита Евгеньевна

Ученая степень: кандидат сельскохозяйственных наук

Должность: старший научный сотрудник

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»

Адрес организации: Баклановский пр-т, 190, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская федерация, 346421

E-mail: rosniipm@yandex.ru

Yurkova Rita Yevgenyevna

Degree: Candidate of Agricultural Sciences

Position: Senior Researcher

Affiliation: Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems

Affiliation address: Baklanovsky ave., 190, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346421

E-mail: rosniipm@yandex.ru

Поступила в редакцию 21.05.2020

После доработки 22.06.2020

Принята к публикации 30.06.2020