

## МЕЛИОРАЦИЯ, РЕКУЛЬТИВАЦИЯ И ОХРАНА ЗЕМЕЛЬ

Научная статья

УДК 631.67:633.18

doi: 10.31774/2712-9357-2021-11-4-1-16

### Обоснование мероприятий по водосбережению на рисовых оросительных системах

Георгий Трифионович Балакай<sup>1</sup>, Роман Степанович Масный<sup>2</sup>

<sup>1, 2</sup>Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,  
Российская Федерация

<sup>1</sup>balakaygt@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8021-6853>

<sup>2</sup>rosniipm@yandex.ru

**Аннотация. Цель:** анализ водоемкости производства риса и обоснование мероприятий по водосбережению, позволяющих уменьшить использование водных ресурсов для выращивания риса и сопутствующих культур, снизить водоемкость производства единицы продукции при сохранении высокой урожайности. **Материалы и методы.** Используются методы анализа и синтеза для обоснования режима орошения риса и сопутствующих культур. **Результаты.** Проведенный анализ многолетних исследований ФГБНУ «РосНИИПМ» показал, что проектные нормы водопотребности для орошения риса превышаются в 1,5–2,0 раза. Например, в маловодном 2020 г. оросительные нормы риса на рисовых системах Ростовской области колебались в сельхозпредприятиях от 27 до 47 тыс. куб. м/га. Для экономии водных ресурсов основными мероприятиями должны стать: содержание мелиоративной сети и гидротехнических сооружений в исправном состоянии, плановое водопользование и водораспределение, совершенствование техники и технологий орошения. На первое место по влиянию на величину оросительной нормы выходит выравненность поверхности чеков, так как при отклонении высот в чеке более 0,03–0,05 м от проектной оросительная норма может увеличиться вдвое в связи с необходимостью создания заданного слоя воды на всей площади чеков. Установлено, что на величину оросительной нормы также влияют природная увлажненность территории, гранулометрический состав почвы, скорость фильтрации, глубина грунтовых вод, степень засоления и осолонцевания почвы. В зависимости от этих факторов в условиях Ростовской области оросительная норма для риса может изменяться от 27 до 36 тыс. куб. м/га и более. **Выводы.** Для уменьшения оросительных норм рекомендованы режимы орошения по укороченному типу затопления и получение всходов на естественных запасах влаги. Требуется изучение возделывания риса и сопутствующих культур по гребневой технологии при периодическом орошении с поливом дождеванием или периодическим напуском воды в чеки.

**Ключевые слова:** рис, сопутствующие культуры рисового севооборота, режим орошения, укороченный режим орошения, оросительная норма, водосбережение, гребневая технология

## LAND RECLAMATION, RECULTIVATION AND LAND PROTECTION

Original article

### Water saving measures substantiation for rice irrigation systems

Georgiy T. Balakay<sup>1</sup>, Roman S. Masny<sup>2</sup>

<sup>1, 2</sup>Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,  
Russian Federation



<sup>1</sup>balakaygt@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8021-6853>

<sup>2</sup>rosniipm@yandex.ru

**Abstract. Purpose:** analysis of the rice production water intensity and justification of measures for water saving, allowing to reduce the use of water resources for growing rice and companion crops, to reduce water intensity of production of a production unit while maintaining high yields. **Materials and methods.** Methods of analysis and synthesis to substantiate the rice and companion crops irrigation regime were used. **Results.** The analysis of long-term studies of the FSBSE “RSRILIP” showed that the water demand design norms for rice irrigation are exceeded by 1.5–2.0 times. For example, in the low-water year 2020, the rice irrigation rates on the rice systems of Rostov region fluctuated in agricultural enterprises from 27 to 47 thousand cubic m/ha. To save water resources, the main measures should be: maintaining the reclamation network and hydraulic structures in good condition, planned water use and water distribution, improving irrigation equipment and technologies. The first place in terms of influence on the value of the irrigation rate is the evenness of the check surface, since if the height in the check is more than 0.03–0.05 m from the design, the irrigation rate can double due to the need to create a given layer of water over the entire check area. It was found that the irrigation rate value is also influenced by the natural moisture content of the territory, the granulometric composition of the soil, the rate of filtration, the depth of groundwater, the degree of soil salinity and alkalization. Depending on these factors under the conditions of Rostov region, the irrigation rate for rice can vary from 27 to 36 thousand cubic m/ha and more. **Conclusions.** To reduce the irrigation norms, irrigation regimes of the shortened type of flooding and obtaining seedlings on natural moisture reserves are recommended. The rice and companion crops cultivation using the ridge technology with periodic sprinkler irrigation or check flooding requires study.

**Keywords:** rice, companion crops of rice crop rotation, irrigation regime, shortened irrigation regime, irrigation rate, water saving, ridge technology

**Введение.** Орошаемые земли – гарант устойчивого производства риса и других сельскохозяйственных культур. Рис является гигрофитом и для нормального роста, развития и формирования урожая предъявляет повышенные требования к условиям увлажнения. Поэтому рис возделывается в основном в затопляемых чеках с постоянным слоем воды, что увеличивает потребность в водных ресурсах из-за испарения с водной поверхности в чеках, потерь воды на насыщение почвы, потерь на фильтрацию, технологических сбросов и др. Оросительные нормы для риса повышаются по сравнению с другими зерновыми культурами, например, с кукурузой на зерно или соей с 3–5 тыс. м<sup>3</sup>/га [1, 2] до 25 тыс. м<sup>3</sup>/га и более [3].

Постоянное затопление рисовых чеков меняет почвенные процессы, физические и химические свойства почвы, поэтому требуется постоянный мониторинг и учет изменений этих показателей для регулирования плодо-

родия почвы и выявления негативных процессов, влияющих на увеличение оросительных норм [4, 5]. В рисосеющих регионах рисовые оросительные системы стали основными потребителями водных ресурсов, например, в Краснодарском крае и Ростовской области на их долю приходится 70–80 % воды от всех лимитов, выделяемых на орошение сельскохозяйственных культур. Это обусловлено экологическими, биологическими, физиологическими потребностями риса, которые в зависимости от почвенно-климатических и гидрологических условий региона могут быть различными [6–8].

Для научного обоснования годовых планов водопользования и последующего управления водораспределением на рисовых оросительных системах необходимо иметь утвержденные в установленном порядке нормативы водопотребности (оросительные нормы) для риса и сопутствующих культур рисового севооборота [9, 10]. Однако до 2019 г. такие нормативы отсутствовали. Ранее наукой разработаны и утверждены в установленном порядке нормативы водопотребности для большинства сельскохозяйственных культур [2], но нормы водопотребности риса и сопутствующих культур были разработаны в РосНИИПМ только в 2019–2020 гг. [3, 6].

Цель исследований заключается в анализе водоемкости производства риса и обосновании мероприятий по водосбережению, позволяющих уменьшить использование водных ресурсов для выращивания риса и сопутствующих культур, снизить водоемкость производства единицы продукции при сохранении высокой урожайности.

**Материалы и методы.** Для обоснования мероприятий по водосбережению на рисовых оросительных системах использованы нормативы водопотребности риса и сопутствующих культур, разработанные на основе методов анализа, синтеза и математической обработки данных из отчетов о научных исследованиях, проводимых с 60-х гг. прошлого столетия в ЮжНИИГиМ (с 2000 г. РосНИИПМ), многолетних данных ФГБУ «Управление «Кубаньмелиоводхоз» и ФГБУ «Управление «Ростовме-

лиоводхоз», результатов научных работ других НИИ и вузов. Проведено обобщение своих исследований, и получены кривые взаимосвязи между нормами водопотребности риса и агроклиматическими и гидрогеологическими условиями произрастания риса [11–13].

**Результаты и обсуждение.** Исследованиями выявлены большие амплитуды колебаний величин оросительных норм риса. Так, по данным ФГБУ «Управление «Ростовмелиоводхоз», в маловодном 2020 г. оросительная норма риса в сельхозпредприятиях изменялась в больших пределах: от 27,0 тыс. м<sup>3</sup>/га в АО «Цимлянское» Мартыновского района до 47,0 тыс. м<sup>3</sup>/га в ООО «Приманычский» Пролетарского района (таблица 1).

**Таблица 1 – Оросительные нормы риса в Ростовской области в условиях маловодного 2020 г.**

Наименование сельхозпредприятия, административный район	Оросительная норма
АО «Цимлянский» Мартыновского района	27,0
ООО «Аргмак» Пролетарского района	39,7
ООО «Энергия» Пролетарского района	35,4
ООО «Приманычский» Пролетарского района	47,0
ООО «Маныч-Агро» Багаевского района	36,3
Сельхозпредприятия Большойской оросительной системы	38,4

Для выявления причин такой большой амплитуды колебаний оросительной нормы риса необходимы научные исследования в конкретных хозяйствах с контролем показателей почвенного плодородия и использования водных ресурсов.

В последние годы все чаще в научной литературе применяется термин «водоемкость», она рассчитывается путем деления оросительной нормы на урожайность, т. е. это затраты оросительной воды на получение единицы урожая [14].

Сельскохозяйственное производство использует 72 % от общего объема воды во всем мире, в т. ч. на рис отводится около 30 % всех водных ресурсов, используемых в сельском хозяйстве, поэтому вопросы энергосбережения при возделывании риса очень актуальны [15–17].

Так, в 2020 г. при средней урожайности риса в АО «Цимлянский» Мартыновского района 6,71 т/га водоемкость производства риса составила 4,02 тыс. м<sup>3</sup>/т, а в ООО «Приманычский» Пролетарского района при урожайности риса 5,5 т/га – до 8,45 тыс. м<sup>3</sup>/т, т. е. разница в водоемкости достигает 100 %.

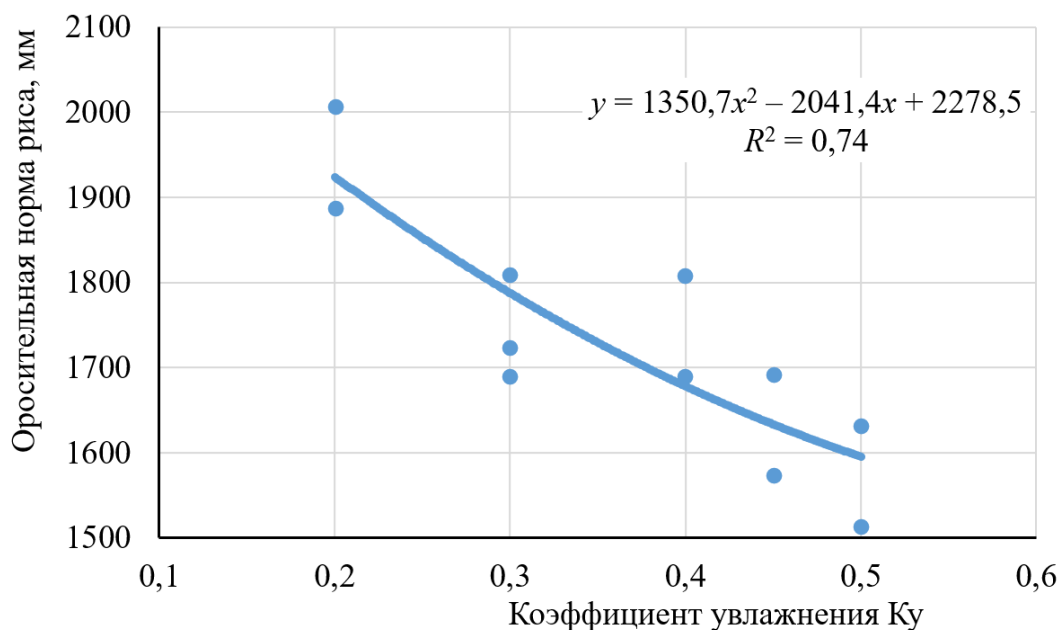
Установлено [3], что основными факторами, влияющими на водопотребление риса, являются агроклиматические и почвенно-мелиоративные условия рисовых систем, в т. ч.:

- коэффициент увлажнения территории;
- обеспеченность года по условиям увлажнения (по испаряемости в процентах);
- гранулометрический состав почвы (глина, тяжелый суглинок или другое);
- коэффициент фильтрации (мм/сут);
- уровень грунтовых вод (УГВ);
- степень засоления, осолонцевания.

Коэффициент увлажнения ( $K_u$ ) территории характеризует обеспеченность естественными осадками. Так, юг европейской части России в зоне рисосеяния характеризуется недостаточным количеством осадков. Коэффициент увлажнения изменяется от 0,2 на востоке территории в Дагестане, Калмыкии и Астраханской области до 0,5–0,6 в Краснодарском крае и Адыгее. Например, на Дальнем Востоке в период муссонных дождей  $K_u$  превышает 0,8–1,0, т. е. испарение меньше выпадающих осадков, что способствует снижению оросительных норм для риса, а для полевых культур приходится проводить мелиоративные мероприятия по осушению пашни.

Математический анализ данных, полученных в условиях рисовых оросительных систем Ростовской области, показал, что кривая зависимости оросительной нормы риса от коэффициента природной увлажненности (рисунок 1) описывается уравнением  $y = 1350,7x^2 - 2041,4x + 2278,5$

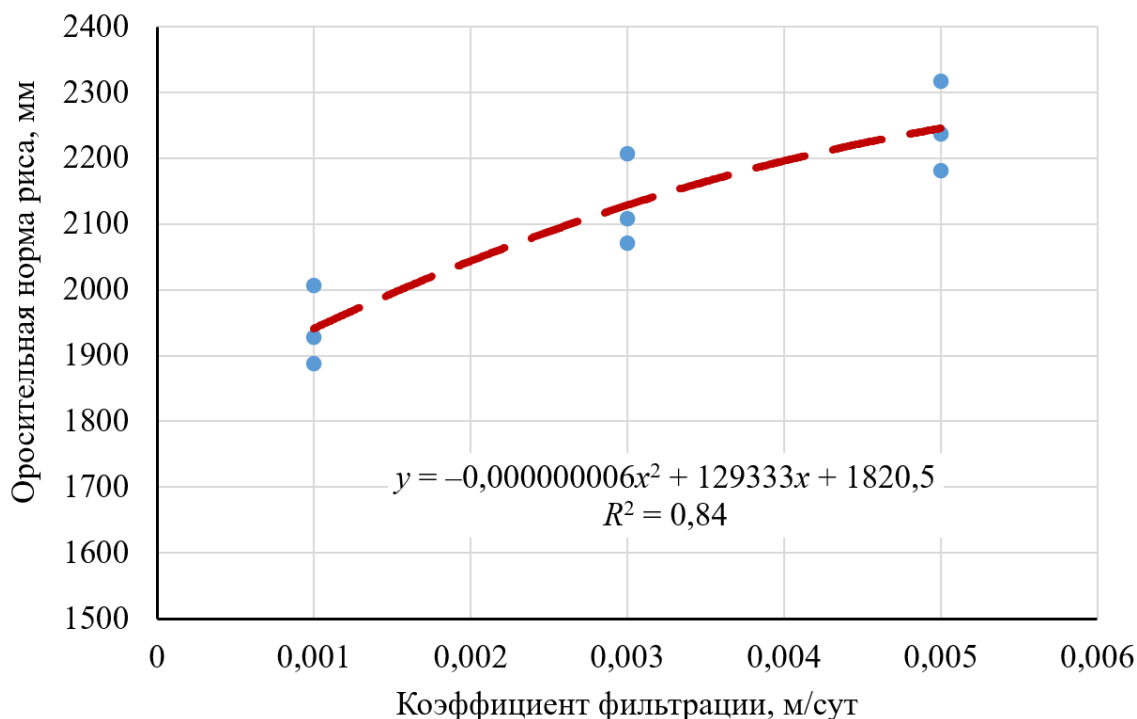
при высоком коэффициенте аппроксимации  $R^2 = 0,74$ , это доказывает сильное влияние данного показателя на водопотребление риса.



**Рисунок 1 – Влияние коэффициента природной увлажненности территории на величину оросительной нормы риса при укороченном затоплении**

Гранулометрический состав почвы и плотность сложения определяют показатель фильтрации воды через грунт [18, 19]. Например, глина имеет показатель фильтрации менее 0,0001 м/сут, у тяжелого суглинка он в 4–5 раз больше (около 0,003–0,005 м/сут), у суглинка – более 0,005 м/сут, что часто делает невозможным проектирование и строительство рисовых оросительных систем на таких почвах из-за больших потерь воды на фильтрацию более 350 мм (с 1950 мм у глины до 2250 мм и более на суглинках) (рисунок 2).

УГВ также влияет на потери воды из чеков, особенно на фильтрации вертикальную и боковую. Чем глубже располагаются грунтовые воды, тем больше потери на насыщение грунта и фильтрацию. Например, в сухой год на глинистых грунтах с коэффициентом фильтрации менее 0,0001 м/сут оросительная норма риса увеличивается с 1988 мм при глубине УГВ = 1,0 м до 2431 мм при УГВ = 4,0 м, т. е. на 443 мм, или на 22 %.

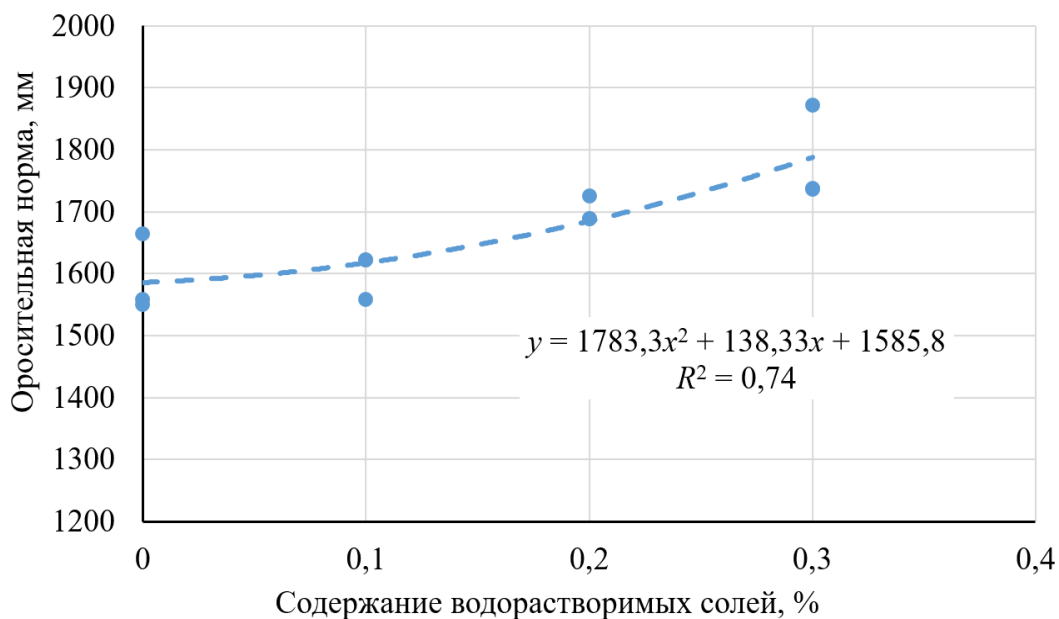


**Рисунок 2 – Влияние коэффициента фильтрации грунтов на величину оросительной нормы риса при укороченном затоплении**

Для суглинистых почв с коэффициентом фильтрации около 0,005 м/сут оросительная норма увеличивается соответственно с 2509 до 3023 мм, или на 24,4 %.

Степень засоления (осолонцевания) почв в чеках также оказывает влияние на величину оросительной нормы в связи с необходимостью обеспечения проточности для снижения в чеках концентрации солей (С) в воде [6]. Например, для тяжелого суглинка оросительная норма увеличивается с 2060 мм на незасоленных почвах (содержание солей менее 0,1 %) до 2386 мм на сильно засоленных почвах (содержание солей 0,3 % и более).

Математическая обработка данных позволила получить кривую зависимости оросительной нормы риса от степени засоления почвы, определяемой по содержанию солей, в слое 0,6 м, которая описывается уравнением  $y = 1783,3x^2 + 138,33x + 1585,8$  при высоком коэффициенте аппроксимации  $R^2 = 0,74$  (рисунок 3).



**Рисунок 3 – Влияние содержания солей в слое 0,6 м почвы на величину оросительной нормы риса при укороченном затоплении**

Кроме агроклиматических и почвенно-мелиоративных условий на величину оросительной нормы влияют организационные и хозяйственные условия, к которым можно отнести следующие мероприятия:

- планировка чеков (способствует экономии водных ресурсов до 25–30 %);
- повторное использование дренажно-сбросных вод для орошения риса и сопутствующих культур в рисовом севообороте;
- совершенствование водопользования и водораспределения;
- способы полива;
- подбор сортов;
- экономичный режим орошения [20, 21].

Водные режимы рисовых полей сводятся к четырем основным режимам орошения риса [22]:

- постоянное затопление – на поле поддерживается слой воды от посева до начала созревания;
- укороченное затопление – почва поддерживается во влажном состоянии в период прорастания семян, а слой воды создается после полных



всходов и сохраняется до начала восковой спелости риса, а также когда всходы получают за счет естественных запасов влаги;

- прерывистое затопление – почва поддерживается между поливами во влажном состоянии, а слой воды в отдельные периоды отсутствует;

- периодическое увлажнение – слой воды отсутствует на протяжении всего срока вегетации риса, оптимальное увлажнение почвы создается за счет периодических поливов (затоплением в чеках или дождеванием в полевых севооборотах).

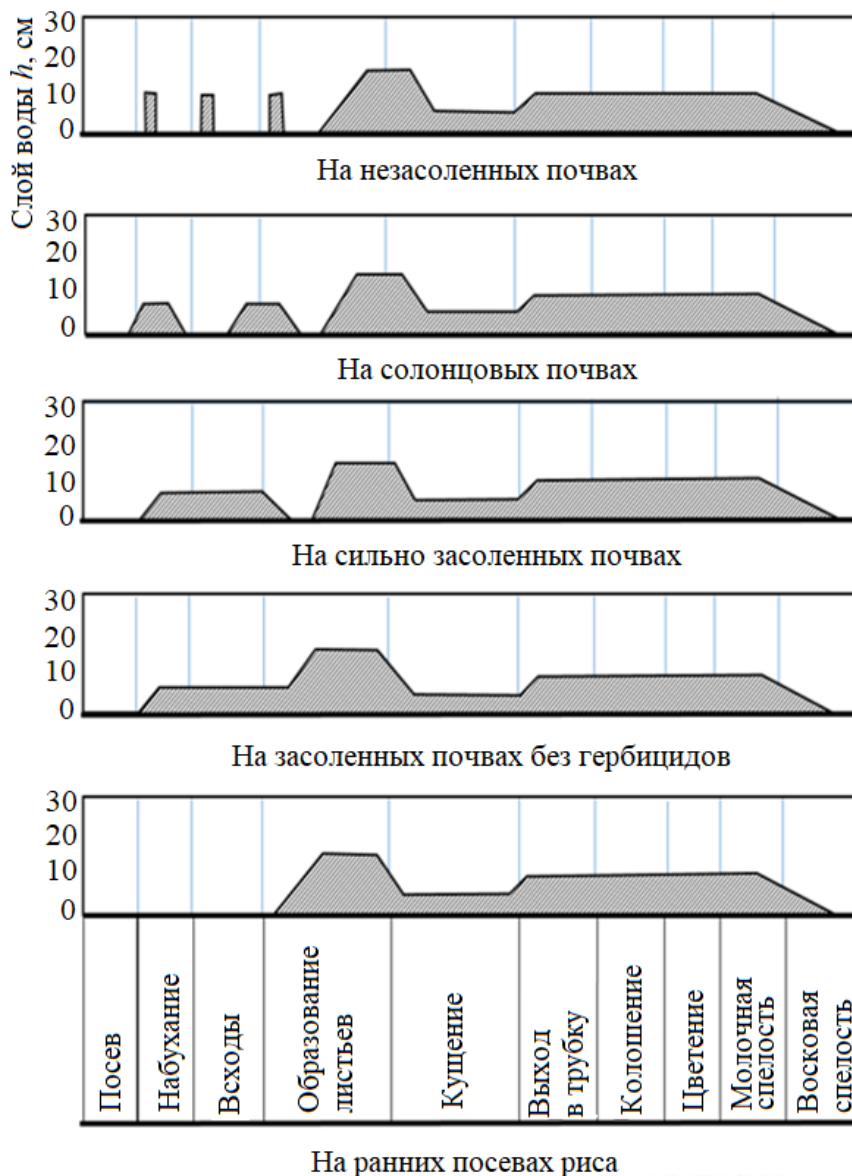
Наибольшее распространение в практике получило укороченное затопление рисовых чеков. Разработкой режимов орошения риса в 60–80-е гг. прошлого века занимались ученые отдела рисоводства ЮжНИИГиМ (РосНИИПМ) под руководством З. Ф. Туляковой, которыми были разработаны режимы орошения риса при укороченном затоплении (рисунок 4).

Сроки и слой затопления определяются в зависимости от степени засоления или осолонцевания почвы, а также возделывания с применением или без применения гербицидов. Экономия водных ресурсов возможна при ранних посевах риса с получением всходов без полива, а поливы начинаются после всходов [22].

В условиях маловодности последних лет и дефицита водных ресурсов представляется перспективным сочетание двух видов водного режима: получение всходов на естественных запасах влаги в почве и прерывистое затопление, когда в августе – сентябре выявляется недостаток воды в водохранилище для завершения жизненного цикла растений риса. По экспертной оценке, эти два мероприятия позволяют экономить 5–6 тыс. м<sup>3</sup>/га воды.

Увеличивающийся дефицит воды требует поиска новых приемов ее экономии. Одним из таких приемов является периодическое увлажнение, когда постоянный слой воды отсутствует на протяжении всего срока вегетации риса, оптимальное увлажнение почвы создается за счет периодических поливов (затоплением в чеках или дождеванием в полевых севооборо-

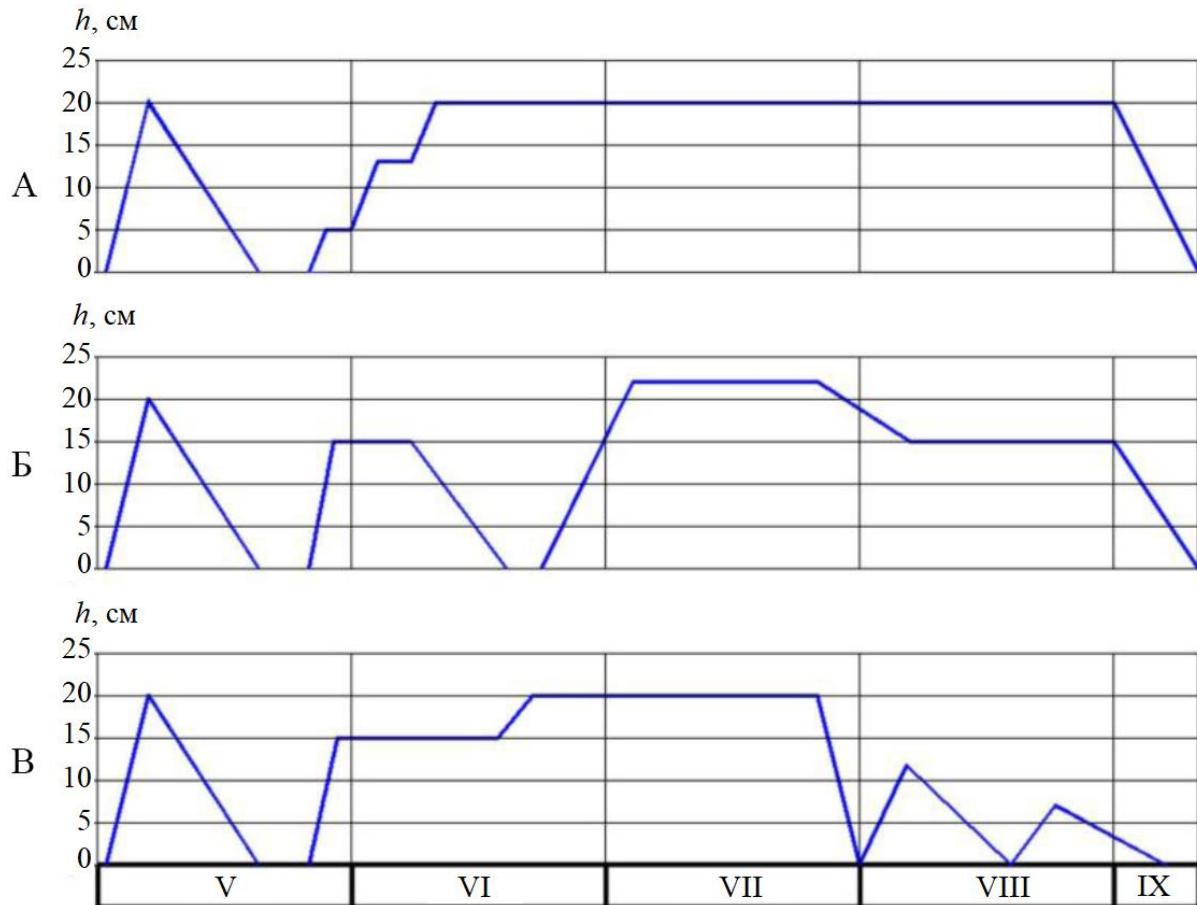
тах). Если технология орошения дождеванием уже разработана, то периодический полив риса в чеках, и особенно сопутствующих культур, требует дальнейшей разработки.



**Рисунок 4 – Режимы орошения риса при укороченном затоплении [22]**

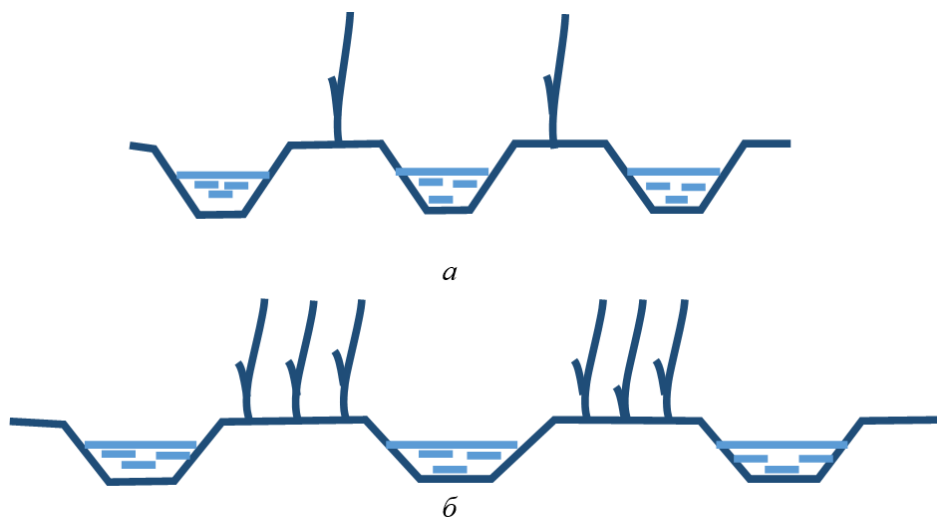
Учеными КубГАУ предложено несколько моделей водных режимов в рисовых чеках при укороченном затоплении (рисунок 5) [23].

На наш взгляд, одной из перспективных технологий орошения сопутствующих культур и риса в рисовых чеках является гребневая и грядовая технология, когда растения высеваются на вершине гребня в 1–2 ряда или на вершине гряды – до 3–8 рядов (рисунок 6).



А – укороченное затопление с получением всходов без слоя воды; Б – то же с повышением слоя в фазе формирования зачаточных структур; В – прерывистое затопление в августе – сентябре в случае явного недостатка воды в водохранилище для завершения жизненного цикла растений риса;  $h$  – слой воды, см

**Рисунок 5 – Модели водных режимов в рисовых чеках при укороченном затоплении [23]**



*a* – формирование борозд и гребня; *б* – формирование гряды

**Рисунок 6 – Перспективный способ полива риса и сопутствующих культур в рисовых чеках**

Полив производится по бороздам при формировании как гребней, так и гряд. Образуемые борозды располагаются ниже проектной поверхности чека, поэтому при открытии водовыпуска вода поступает в чек и равномерно распределяется в борозды, при этом увлажняются дно борозды и боковые откосы гребней или гряд, тем самым создаются необходимые запасы влаги в почве. Предварительные расчеты показывают, что для равномерного орошения участка длина борозд зависит от гранулометрического состава почв, в т. ч. для глинистых почв – не более 150–200 м и для суглинистых почв – 100–150 м.

**Выводы.** Проведенный анализ многолетних исследований, посвященных рациональному использованию водных ресурсов на рисовых оросительных системах, показал, что проектные нормы водопотребности для орошения риса превышаются в 1,5–2,0 раза. Для уменьшения потерь, экономии водных ресурсов и снижения водоемкости производимой продукции основными мероприятиями должны стать: содержание мелиоративной сети и гидротехнических сооружений в исправном состоянии, плановое водопользование и водораспределение, совершенствование техники и технологий орошения. На рисовых оросительных системах при поливе затоплением чеков на первое место по влиянию на величину оросительной нормы выходит выравненность поверхности чеков, так как при отклонении высот в чеке более 0,03–0,05 м от проектной оросительная норма может увеличиться вдвое в связи с необходимостью создания заданного слоя воды на всей площади чеков и может достигать 47 тыс. м<sup>3</sup>/га и более вместо проектных 22–25 тыс. м<sup>3</sup>/га. Установлено, что на величину оросительной нормы влияют также гранулометрический состав почвы, скорость фильтрации, глубина грунтовых вод, степень засоления или осолонцевания почвы. Уменьшению оросительных норм способствуют режимы орошения по укороченному типу затопления и, как один из вариантов, получение всходов на естественных запасах влаги. Перспективным является периоди-

ческое орошение с поливом дождеванием или периодическим напуском воды в чеки с возделыванием культур по гребневой технологии. Для этого планируется провести полевые исследования и технико-экономическое обоснование эксплуатационного режима орошения риса и сопутствующих культур в рисовом севообороте.

### **Список источников**

1. Укрупненные нормы водопотребности для орошения сельскохозяйственных культур Центрального, Приволжского, Уральского, Сибирского, Южного и Северо-Кавказского федеральных округов [Электронный ресурс]. М., 2013. 54 с. URL: [https://inform-raduga.ru/sites/all/files/normi\\_vodopotrebnosti.pdf](https://inform-raduga.ru/sites/all/files/normi_vodopotrebnosti.pdf) (дата обращения: 01.06.2021).
2. ГОСТ Р 58331.3-2019. Системы и сооружения мелиоративные. Водопотребность для орошения сельскохозяйственных культур. Общие требования. Введ. 2019-03-15. М.: Стандартинформ, 2019. 25 с.
3. Временные нормативы водопотребления риса и водоотведения с рисовых оросительных систем в различных агроклиматических зонах России: монография / Г. Т. Балакай, Л. М. Докучаева, Р. Е. Юркова, В. Ц. Челахов, С. Н. Якуба, Н. Н. Малышева, С. В. Кизинёк. Новочеркасск: РосНИИПМ, 2019. 122 с.
4. Приходько И. А., Скорченко Ю. В. Влияние культуры риса на мелиоративное состояние почв рисовой оросительной системы // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2011. № 28. С. 181–184.
5. Кузнецов Е. В., Гумбаров А. Д., Приходько И. А. Разработка элементов метода управления мелиоративным состоянием рисовых полей // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета [Электронный ресурс]. 2012. № 81(07). С. 601–610. URL: <http://ej.kubagro.ru/2012/07/pdf/08.pdf> (дата обращения: 01.06.2021).
6. Нормативы водопотребности риса в различных агроклиматических зонах России: монография / С. М. Васильев, Г. Т. Балакай, Л. М. Докучаева, Р. Е. Юркова, С. Н. Якуба, Н. Н. Малышева, С. В. Кизинёк. Новочеркасск: РосНИИПМ, 2020. 202 с.
7. Владимиров С. А., Приходько И. А. Опыт планирования и реализации инновационного проекта эффективного рисоводства // Международный сельскохозяйственный журнал. 2019. № 6(372). С. 75–79.
8. Драгунова С. М., Данилов В. В., Крылова Н. Н. Проблемы экосистемного водопользования на водозаборах нижней Кубани // Экология речных ландшафтов: сб. ст. по материалам II Междунар. конф. Краснодар: КубГАУ, 2018. С. 73–74.
9. Островский Н. В. О практическом внедрении водосберегающих технологий на рисовых системах // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. 2016. № 2(22). С. 56–72. URL: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=1081> (дата обращения: 01.07.2021).
10. Муравьева Ю. А., Владимиров С. А. Прогрессивные ресурсосберегающие режимы водопользования на рисовых оросительных системах // Евразийский союз ученых. 2020. Вып. 74, т. 10. С. 22–25.
11. Рекомендации по водопотреблению риса и сопутствующих культур в рисовых севооборотах юга России / Р. С. Масный, С. М. Васильев, Г. Т. Балакай, Л. М. Докучаева, Р. Е. Юркова, С. Н. Якуба, Н. Н. Малышева, С. В. Кизинёк, Т. С. Пономаренко. Новочеркасск: РосНИИПМ, 2021. 61 с.

12. Балакай Г. Т., Докучаева Л. М., Юркова Р. Е. К вопросу разработки норм водопотребности риса и водоотведения с рисовых оросительных систем // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. 2018. № 3(31). С. 1–22. URL: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=556&id=557> (дата обращения: 01.06.2021). DOI: 10.31774/2222-1816-2018-3-1-22.

13. Расчет эвапотранспирации риса в рисовых оросительных системах: свидетельство о гос. регистрации прогр. для ЭВМ № 2018664402 / Васильев С. М., Балакай Г. Т., Докучаева Л. М., Юркова Р. Е., Гонзалез-Гальего М. Р., Нецепляев Д. А. № 20186662213; заявл. 16.11.18; опублик. 16.11.18.

14. Michael T. Rice production with restricted water usage: A global perspective // Egypt. J. Agron. 2019. Vol. 41, № 3. P. 197–206. DOI: 10.21608/agro.2019.15729.1174.

15. Pascual V. J., Wang Y. M. Impact of water management on rice varieties, yield, and water productivity under the system of rice intensification in Southern Taiwan // Water. 2017. 9. 3. <https://doi.org/10.3390/w9010003>.

16. The outlook for water resources in the year 2020: challenges for research on water management in rice production [Electronic resource] / R. Barker, D. Dawe, T. P. Tuong, S. I. Bhuiyan, L. C. Guerrac. 2020. URL: <http://www.fao.org/3/x7164t/x7164t02.htm#TopOfPage> (date of access: 17.06.2021).

17. Дьяченко Н. П., Приходько И. А. Оптимизация ресурсного обеспечения рисовой оросительной системы // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2007. № 8. С. 170–173.

18. Руководство по контролю и регулированию почвенного плодородия орошаемых земель / В. Н. Щедрин, Г. Т. Балакай, Л. М. Докучаева, Р. Е. Юркова, О. Ю. Шалашова, Г. И. Табала. Новочеркасск, 2017. 137 с.

19. Прус Д. В., Хатхоху Е. И. К вопросу о необходимости реконструкции рисовых оросительных систем Кубани // Вестник научно-технического творчества молодежи Кубанского ГАУ. Краснодар: КубГАУ, 2016. В 4 т. Т. 2, вып. 1. С. 37–41.

20. Бабичев А. Н., Балакай Г. Т., Монастырский В. А. Оперативное управление режимом орошения при программировании урожайности сельскохозяйственных культур // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. 2017. № 3(27). С. 83–96. URL: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=285> (дата обращения: 04.07.2021).

21. Крылова Н. Н., Хатхоху Е. И. Экология водопользования на оросительных системах // Итоги научно-исследовательской работы за 2017 год: сб. ст. по материалам 73-й Науч.-практ. конф. преподавателей. Краснодар: КубГАУ, 2018. С. 203–205.

22. Тулякова З. Ф. Рис на засоленных землях. М.: Колос, 1978. 240 с.

23. Попов В. А., Островский Н. В. Агроклиматология и гидравлика рисовых экосистем: монография. Краснодар: КубГАУ, 2013. 189 с.

## References

1. *Ukrupnennyye normy vodopotrebnosti dlya orosheniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur Tsentral'nogo, Privolzhskogo, Ural'skogo, Sibirskogo, Yuzhnogo i Severo-Kavkazskogo federal'nykh okrugov* [The Enlarged Norms of Water Demand for Irrigation of Agricultural Crops in the Central, Volga, Ural, Siberian, South and North Caucasian Federal Districts]. Moscow, 2013, 54 p., available: [https://inform-raduga.ru/sites/all/files/normi\\_vodopotrebnosti.pdf](https://inform-raduga.ru/sites/all/files/normi_vodopotrebnosti.pdf) [accessed 01.06.2021]. (In Russian).

2. *GOST R 58331.3-2019. Sistemy i sooruzheniya meliorativnye. Vodopotrebnost' dlya orosheniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. Obshchie trebovaniya* [Reclamation systems and structures. Water demand for irrigation of agricultural crops. General requirements]. Moscow, Publ. of Standards, 2019, 25 p. (In Russian).

3. Balakai G.T., Dokuchaeva L.M., Yurkova R.E., Chelakhov V.Ts., Yakuba S.N., Malysheva N.N., Kizinek S.V., 2019. *Vremennyye normativy vodopotrebleniya risa i vodootvedeniya s risovyykh orositel'nykh sistem v razlichnykh agroklimaticheskikh zonakh Rossii: monografiya* [Temporary Standards for Rice Water Consumption and Water Disposal from Rice Irrigation Systems in Various Agroclimatic Zones of Russia: monograph]. Novocheerkassk, RosNIIPM, 122 p. (In Russian).

4. Prikhodko I.A., Skorchenko Yu.V., 2011. *Vliyanie kul'tury risa na meliorativnoe sostoyanie pochv risovoy orositel'noy sistemy* [Influence of rice on soil reclamation state of rice irrigation system]. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proc. of Kuban State Agrarian University], no. 28, pp. 181-184. (In Russian).

5. Kuznetsov E.V., Gumbarov A.D., Prikhodko I.A., 2012. [Development of elements of a management method for the reclamation state of rice fields]. *Nauchnyy zhurnal KubGAU: politematicheskiy setevoy elektronnyy zhurnal*, no. 81(07), pp. 601-610, available: <http://ej.kubagro.ru/2012/07/pdf/08.pdf> [accessed 01.06.2021]. (In Russian).

6. Vasiliev S.M., Balakay G.T., Dokuchaeva L.M., Yurkova R.E., Yakuba S.N., Malysheva N.N., Kizinek S.V., 2020. *Normativy vodopotrebnosti risa v razlichnykh agroklimaticheskikh zonakh Rossii: monografiya* [Standards for Water Demand of Rice in Various Agroclimatic Zones of Russia: monograph]. Novocheerkassk, RosNIIPM, 202 p. (In Russian).

7. Vladimirov S.A., Prikhodko I.A., 2019. *Opyt planirovaniya i realizatsii innovatsionnogo proekta effektivnogo risovodstva* [Experience of planning and implementation of an innovative project of effective rice growing]. *Mezhdunarodnyy sel'skokhozyaystvennyy zhurnal* [International Agricultural Journal], no. 6(372), pp. 75-79. (In Russian).

8. Dragunova S.M., Danilov V.V., Krylova N.N., 2018. *Problemy ekosistemnogo vodopol'zovaniya na vodozaborakh nizhney Kubani* [Problems of ecosystem water use at water intakes of the lower Kuban]. *Ekologiya rechnykh landshaftov: sb. st. po materialam II Mezhdunar. konferentsii* [Ecology of River Landscapes: Collection of Articles Based on the Proc. of the II International Conference]. Krasnodar, KubGAU, pp. 73-74. (In Russian).

9. Ostrovsky N.V., 2016. [On practical implementation of water-saving technologies on rice systems]. *Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii*, no. 2(22), pp. 56-72, available: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=1081> [accessed 01.07.2021]. (In Russian).

10. Muravyova Yu.A., Vladimirov S.A., 2020. *Progressivnyye resursoberegayushchie rezhimy vodopol'zovaniya na risovyykh orositel'nykh sistemakh* [Progressive resource-saving modes of water use on rice irrigation systems]. *Evrasiyskiy soyuz uchenykh* [Eurasian Union of Scientists], iss. 74, vol. 10, pp. 22-25. (In Russian).

11. Masny R.S., Vasiliev S.M., Balakay G.T., Dokuchaeva L.M., Yurkova R.E., Yakuba S.N., Malysheva N.N., Kizinek S.V., Ponomarenko T.S., 2021. *Rekomendatsii po vodopotrebleniyu risa i sopushtvuyushchikh kul'tur v risovyykh sevooborotakh yuga Rossii* [Recommendations for Water Consumption of Rice and Associated Crops in Rice Crop Rotations in the South of Russia]. Novocheerkassk, RosNIIPM, 61 p. (In Russian).

12. Balakay G.T., Dokuchaeva L.M., Yurkova R.E., 2018. [The problem of rate development of rice water consumption and water disposal from rice irrigation systems]. *Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii*, no. 3(31), pp. 1-22, available: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=556&id=557> [accessed 01.06.2021], DOI: 10.31774/2222-1816-2018-3-1-22. (In Russian).

13. Vasiliev S.M., Balakay G.T., Dokuchaeva L.M., Yurkova R.E., Gonzalez-Gallego M.R., Neseplyaev D.A., 2018. *Raschet evapotranspiratsii risa v risovyykh orositel'nykh sistemakh* [Rice Evapotranspiration Calculation in Rice Irrigation Systems]. Certificate of State Registration of Programme for Computer, no. 2018664402. (In Russian).

14. Michael T., 2019. Rice production with restricted water usage: A global perspective. *Egypt. J. Agron.*, vol. 41, no. 3, pp. 197-206, DOI: 10.21608/agro.2019.15729.1174.

15. Pascual V.J., Wang Y.M., 2017. Impact of water management on rice varieties, yield, and water productivity under the system of rice intensification in Southern Taiwan. *Water*, 9, 3, <https://doi.org/10.3390/w9010003>.

16. Barker R., Dawe D., Tuong T.P., Bhuiyan S.I., Guerrac L.C., 2020. The outlook for water resources in the year 2020: challenges for research on water management in rice production, available: <http://www.fao.org/3/x7164t/x7164t02.htm#TopOfPage> [accessed 17.06.2021].

17. Dyachenko N.P., Prikhodko I.A., 2007. *Optimizatsiya resursnogo obespecheniya risovoy orositel'noy sistemy* [Optimization of resource provision for the rice irrigation system]. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proc. of Kuban State Agrarian University], no. 8, pp. 170-173. (In Russian).

18. Shchedrin V.N., Balakay G.T., Dokuchaeva L.M., Yurkova R.E., Shalashova O.Yu., Tabala G.I., 2017. *Rukovodstvo po kontrolyu i regulirovaniyu pochvennogo plodorodiya oroshaemykh zemel'* [Guidelines for the Control and Regulation of Soil Fertility of Irrigated Lands]. Novocherkassk, 137 p. (In Russian).

19. Prus D.V., Hatkhohu E.I., 2016. *K voprosu o neobkhodimosti rekonstruktsii risovyykh orositel'nykh sistem Kubani* [On the issue of the need to reconstruct the rice irrigation systems of the Kuban]. *Vestnik nauchno-tekhnicheskogo tvorchestva molodezhi Kubanskogo GAU* [Bulletin of Scientific and Technical Creativity of the Youth of Kuban State Agrarian University]. Krasnodar, KubGAU, vol. 2, iss. 1, pp. 37-41. (In Russian).

20. Babichev A.N., Balakay G.T., Monastyrskiy V.A., 2017. [Irrigation regimes real time control in crop yield productivity programming]. *Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii*, no. 3(27), pp. 83-96, available: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=285> [accessed 04.07.2021]. (In Russian).

21. Krylova N.N., Hatkhohu E.I., 2018. *Ekologiya vodopol'zovaniya na orositel'nykh sistemakh* [Ecology of water use in irrigation systems]. *Itogi nauchno-issledovatel'skoy raboty za 2017 god: sb. st. po materialam 73 Nauchno-prakticheskoy konf. prepodavateley* [Results of Research Work for 2017: Collection of Articles Based on the Materials of the 73<sup>rd</sup> Scientific-practical Conference of Teachers]. Krasnodar, KubGAU, pp. 203-205. (In Russian).

22. Tulyakova Z.F., 1978. *Ris na zasolennykh zemlyakh* [Rice on Saline Lands]. Moscow, Kolos Publ., 240 p. (In Russian).

23. Popov V.A., Ostrovsky N.V., 2013. *Agroklimatologiya i gidravlika risovyykh ekosistem: monografiya* [Agroclimatology and Hydraulics of Rice Ecosystems: monograph]. Krasnodar, KubGAU, 189 p. (In Russian).

---

#### ***Информация об авторах***

**Г. Т. Балакай** – главный научный сотрудник, доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

**Р. С. Масный** – временно исполняющий обязанности директора, кандидат военных наук.

#### ***Information about the authors***

**G. T. Balakay** – Chief Researcher, Doctor of Agricultural Sciences, Professor;

**R. S. Masnyi** – Acting Director, Candidate of Military Sciences.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

*The authors declare no conflicts of interests.*

*Статья поступила в редакцию 07.07.2021; одобрена после рецензирования 25.08.2021; принята к публикации 14.09.2021.*

*The article was submitted 07.07.2021; approved after reviewing 25.08.2021; accepted for publication 14.09.2021.*