

## ИННОВАЦИОННЫЕ ПУТИ РАЗВИТИЯ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ И СООРУЖЕНИЙ

Научная статья  
УДК 626/627

### К вопросу применения номенклатуры процессов, выявляемых при проведении мониторинга и обследования технического состояния мелиоративных гидротехнических сооружений

Антон Леонидович Кожанов<sup>1</sup>, Владимир Викторович Слабунов<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup>AntonKozhanov1983@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4240-1967>

<sup>2</sup>Slabunovvv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0150-5193>

**Аннотация.** Цель: разработка номенклатуры процессов, выявляемых при проведении мониторинга и обследования технического состояния мелиоративных гидротехнических сооружений (ГТС), для единообразия записей в журналах наблюдений. **Материалы и методы.** Объектом исследований являлись процессы, возникающие на мелиоративных системах, такие как: гидравлические и связанные с ними процессы размыва, истирания, вибрации, фильтрационные явления и процессы суффозии грунта, деформации сооружения и его элементов, дефекты и повреждения сооружений и их элементов. При проведении исследований данных процессов и обнаружении опасных явлений осуществлялся поиск и анализ технической, нормативно-технической и нормативно-правовой документации, а также современных наработок в области наблюдений за ГТС и их обследований. **Результаты.** В результате работы предложен рекомендуемый схематический образец номенклатуры процессов и явлений для сооружений с открытым потоком и трубчатых сооружений с определением степени их опасности с присвоением шифра с тремя группами опасности: наименее опасные (расчетные), опасные, очень опасные. Рассмотрены процессы, которые могут возникать при местных деформациях в земляных и бетонных частях сооружений (плотины, дамбы), при фильтрации через бетонные конструкции, и причины их образования. **Выводы.** Для определения наиболее востребованных для ремонта или реконструкции объектов необходимо иметь оперативную информацию о техническом состоянии, позволяющую объективно и дифференцированно рассчитать объемы работ для последующего расчета приоритетности капиталовложений и принятия соответствующих решений. Для снижения трудоемкости разработан порядок визуальных наблюдений с определенными правилами обследования и фиксирования вредных воздействий на сооружения, проявляющихся из-за их дефектов, и их номенклатура. Также предложен перечень процессов, возникающих при местных деформациях в земляных и бетонных частях сооружений, фильтрациях через сооружения, с возможными причинами их образования.

**Ключевые слова:** нормативный документ, гидромелиоративный объект, реконструкция, порядок, проект

**Апробация результатов исследования:** основные положения статьи доложены на научно-практической конференции «Инновационные пути развития мелиоративных систем и сооружений» (г. Новочеркасск, 5 сентября 2023 г.).

**Для цитирования:** Кожанов А. Л., Слабунов В. В. К вопросу применения номенклатуры процессов, выявляемых при проведении мониторинга и обследования технического состояния мелиоративных гидротехнических сооружений // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2023. Т. 91, № 3. С. 12–25.



## INNOVATIVE WAYS OF DEVELOPING RECLAMATION SYSTEMS AND STRUCTURES

Original article

### **On issue of applying the nomenclature of processes identified during monitoring and surveying of the technical state of reclamation hydraulic structures**

**Anton L. Kozhanov<sup>1</sup>, Vladimir V. Slabunov<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup>AntonKozhanov1983@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4240-1967>

<sup>2</sup>Slabunovvv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0150-5193>

**Abstract. Purpose:** to develop a nomenclature of processes identified during monitoring and inspection of the technical state of reclamation hydraulic structures (HS), for the uniformity of entries in record books. **Materials and methods.** The object of the research was the processes occurring in reclamation systems, such as: hydraulic and related processes of erosion, abrasion, vibration, filtration phenomena and soil suffusion processes, deformations of a structure and its elements, defects and damage to structures and their elements. When conducting research on these processes and detecting hazardous phenomena, a search and analysis of technical, regulatory-technical and regulatory documentation as well as current developments in the field of observations of hydraulic structures and their surveys was carried out. **Results.** As a result of the work, a recommended schematic pattern of the nomenclature of processes and phenomena for open-flow structures and pipeworks was proposed, with a definition of their hazard degree and assignment of a code with three hazard groups: the least dangerous (calculated), dangerous, and very dangerous. The processes that can occur during local deformations in the earthen and concrete parts of structures (dams, dikes), during filtration through concrete structures, and the reasons for their formation are considered. **Conclusions.** To determine the top-requested for repair or reconstruction objects, it is necessary to have the latest information on the technical condition, which makes it possible to calculate the scope of work for the subsequent calculation of the priority of capital investments and the adoption of appropriate decisions objectively and differentiatedly. To reduce labor intensity, a procedure for visual observations with certain rules for examining and fixing the harmful effects on structures, manifested due to their defects, and their nomenclature has been developed. A list of processes that occur during local deformations in the earthen and concrete parts of structures, seepage through structures, with possible reasons for their formation, is also proposed.

**Keywords:** regulatory document, hydro land reclaiming facility, reconstruction, order, project

**Evaluation of the research results:** the main provisions of the article were reported at the scientific and practical conference “Innovative ways of developing reclamation systems and structures” (Novocherkassk, September 5, 2023).

**For citation:** Kozhanov A. L., Slabunov V. V. On issue of applying the nomenclature of processes identified during monitoring and surveying of the technical state of reclamation hydraulic structures. *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture*. 2023;91(3): 12–25. (In Russ.).

**Введение.** В настоящее время, когда мелиоративные системы уже проработали длительное время, имеет место их неудовлетворительное со-

стояние. При этом мелиоративные системы федеральной собственности, находящиеся в ведении Департамента мелиорации Минсельхоза России, включают более 60 тыс. мелких и крупных гидротехнических сооружений (ГТС) различного назначения: регулирующие, сопрягающие, водопропускные, водохранилища, дамбы, насосные станции, водовыпускные, переезды и др., вместе с тем насосных станций около 1,7 тыс. шт., каналов более 40 тыс. км, различных дамб более 3 тыс. км. Также необходимо отметить, что в процессе эксплуатации происходит постоянное заиливание каналов, зарастание растительностью, размывание откосов, деформация дамб и другие негативные процессы, которые требуют постоянного мониторинга и оценки технического состояния [1–4].

Для повышения технического уровня, а также определения наиболее востребованных для ремонта, реконструкции и даже нового строительства объектов необходимо иметь оперативную исходную информацию о техническом состоянии ГТС мелиоративного назначения. При этом реконструкция мелиоративных систем – наиболее целесообразный способ окупаемости затрат, особенно при использовании местного стока территорий и снижении потребляемой энергии за счет применения современных конструктивных решений мелиоративных систем [5–8]. Полученная информация позволит объективно и дифференцированно рассчитать объемы работ для последующего расчета приоритетности капиталовложений, принятия соответствующих решений и проведения ремонтов или реконструкции наиболее значимых объектов с учетом осуществления культуртехнических работ [9–13]. Это говорит о необходимости своевременного проведения обследования и мониторинга технического состояния мелиоративных систем для оценки технического состояния ГТС мелиоративного назначения эксплуатирующими организациями для возможности включения в информационную базу данных и интерактивную карту [3, 10].

В свою очередь проведение регулярных наблюдений за состоянием

ГТС мелиоративного назначения является трудоемким процессом из-за большого количества сооружений и незначительного количества персонала эксплуатирующих организаций [2, 12, 13]. Для снижения трудоемкости необходима разработка определенного порядка визуальных наблюдений с определенными правилами обследования и фиксирования вредных воздействий на сооружения, проявляющихся из-за их дефектов.

В связи с этим целью настоящей работы является разработка номенклатуры процессов, выявляемых при проведении мониторинга и обследования технического состояния мелиоративных ГТС, для единообразия записей в журналах наблюдений.

**Материалы и методы.** Объектом исследований являлись процессы, возникающие на мелиоративных системах, такие как:

- гидравлические и связанные с ними процессы размыва, истирания, вибрации, а также эрозия от действия ветровых волн, атмосферных осадков и ледовых явлений;
- фильтрационные явления и процессы суффозии грунта;
- деформации сооружения и его элементов;
- дефекты и повреждения сооружений и их элементов.

При проведении исследований данных процессов и обнаружении опасных явлений проводился поиск и анализ технической, нормативно-технической и нормативно-правовой документации, а также современных наработок в области наблюдений за ГТС мелиоративного, водохозяйственного и энергетического назначения и их обследований, принадлежащих таким ученым, как С. С. Орлова, В. А. Шадских, В. Е. Левкевич, Р. Б. Туктаров, Т. А. Панкова, М. С. Зверьков, В. П. Мельникова, Г. И. Касперов, С. В. Брыль и др.

**Результаты и обсуждения.** Одним из существенных факторов, обуславливающих безопасность работы ГТС мелиоративного назначения, являются гидравлические процессы, связанные с необходимостью пропуска

воды через отверстия в них. При этом в натуральных условиях нередко водный поток может вести себя не так, как это установлено расчетами. Поэтому для облегчения, повышения эффективности проведения визуальных наблюдений и единообразия в понимании гидравлических явлений для записей в журналах наблюдений рекомендуется устанавливать номенклатуру данных процессов (гидравлических, фильтрационных, деформаций и т. д.). Номенклатура может быть использована для сокращения записей в журналах наблюдений, где могут записываться их номера без расшифровки. Перечень номенклатуры устанавливает эксплуатирующая организация, дополняя, расширяя или уменьшая ее, а также изменяя применительно к местным условиям.

Рекомендуемый схематический образец номенклатуры по видам сооружений включает в себя:

- в сооружениях с открытым потоком:

1) беспрыжковое сопряжение с нижним бьефом с малой разностью горизонтов воды в верхнем и нижнем бьефах при равномерном растекании струй в пределах рисбермы;

2) сопряжение с нижним бьефом через затопленный прыжок (с набеганием на сжатую глубину) с растеканием аналогично предыдущему;

3) поверхностный режим (прыжок-волна), когда затоплению прыжка (при достаточной глубине нижнего бьефа для его затопления) препятствуют вальцы вихревых зон у дна с горизонтальной осью вращения, перпендикулярной к оси потока;

4) сопряжение с нижним бьефом при отогнанном прыжке (отгоняется за пределы сжатой глубины в водобойном колодце или на рисберму);

5) сбойное течение – течение, сопровождаемое отклонением стрежня потока от оси с нарушением симметрии в плановом распределении струй и скоростей течения, с наличием несимметричных суводей;

б) суводи – замкнутые боковые вихревые токи с вертикальной осью

вращения воды и с направлением вращения, обратным общему движению потока (в местах примыкания к береговым откосам);

7) продольная волна – волна по основному направлению течения потока;

8) поперечная раскачка потока по отношению к продольной оси русла;

9) выплески – выброшенные на берму массы воды;

10) водяная пыль;

- в трубчатых сооружениях:

11) беспрыжковое сопряжение с нижним бьефом с малой разностью горизонтов воды в верхнем и нижнем бьефах при равномерном растекании струй в пределах рисбермы;

12) сопряжение через прыжок в трубе с равномерным растеканием в нижнем бьефе;

13) сопряжение с напорным режимом в трубе и затопленном прыжком на водобое с равномерным растеканием потока в нижнем бьефе;

14) переменный режим с периодической сменой напорного и безнапорного режимов, сопровождаемый сработкой объема воды из верхнего бьефа и периодическим колебанием горизонта воды в нем;

15) сопряжение через отогнанный прыжок из трубы на водобое или рисберме;

16) выхлопы – выбрасывание потоком скоплений воздуха из трубы, сопровождаемое выхлопным звуковым эффектом, сильным всплеском и волной.

Рассматривая приведенные выше виды сопряжений водного потока с элементами сооружений, по степени опасности можно расставить в следующей последовательности:

- наименее опасные (расчетные): 1, 2, 11, 12, 13;

- опасные: (1, 5), (2, 5), 3, (3, 5), 7, 8, 9, 10, (11, 5), (12, 5), (13, 5), 14, (14, 5), 16;

- очень опасные: 4, (4, 5), 15, (15, 5).

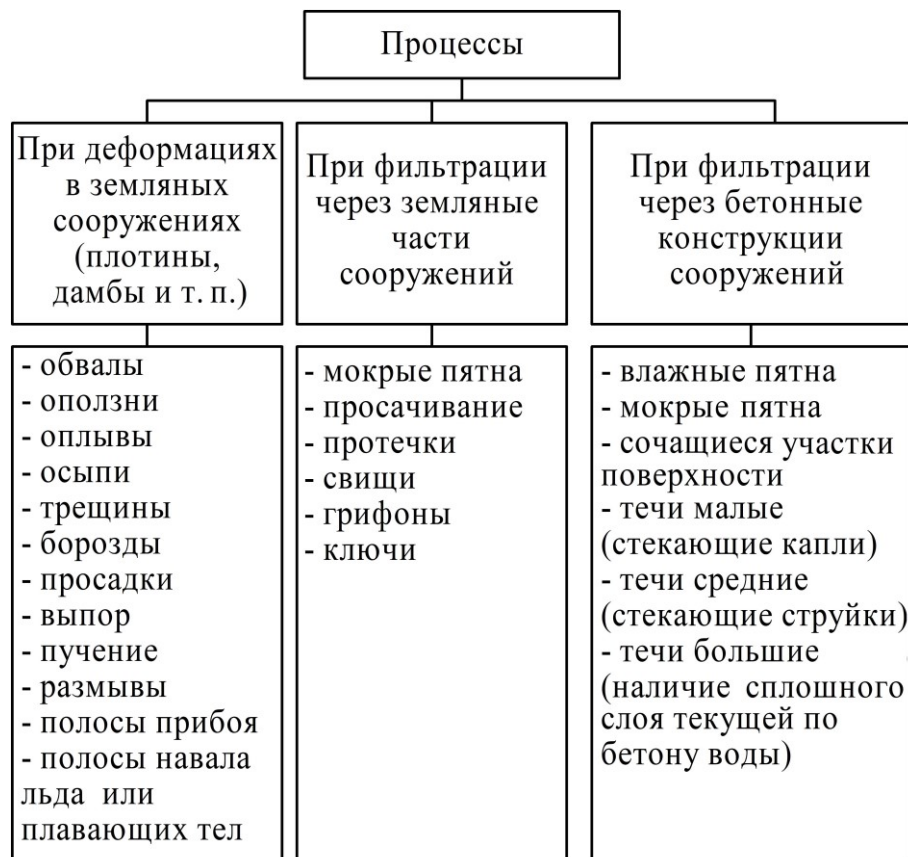
Шифр номенклатуры, приведенный в скобках, указывает на номера сопряжений в сочетании, например, (2, 5) – с нижним бьефом через затопленный прыжок со сбойным течением, (15, 7) – сопряжение через отогнанный прыжок из трубы с продольной волной.

При этом процессы или явления, отнесенные к группе «очень опасные» (характер сопряжения водного потока), являются основой для назначения частоты наблюдений над сооружением, назначения промеров с целью выявления интенсивности и характера размывов незакрепленного русла и подмывов креплений.

Неблагоприятные процессы или явления, которые могут возникать при местных деформациях в земляных и бетонных частях сооружений (плотины, дамбы), при фильтрации через бетонные конструкции, приведены ниже на рисунке 1.

Рассматривая приведенные процессы, можно сказать, что причинами образования сбойности потока на данных сооружениях могут быть:

- наличие выступающих частей крепления и плит, вызывающих неравномерную шероховатость ложа потока;
- несовершенства гасителей, вызывающих несимметричное гашение энергии;
- пульсации гидродинамического явления;
- неудачное соотношение ширины русла сооружения и глубины потока воды в нем для таких сооружений, как водобойные колодцы, быстротоки и т. п.;
- несовмещение осей сооружения и подводящего русла потока воды;
- несимметричное распределение отложений наносов по сечению в верхнем бьефе, приводящее к неравномерному подходу потока к отверстию;
- перекос затворов в однопролетных или неравномерное открытие затворов в многопролетных сооружениях.



**Рисунок 1 – Процессы, возникающие при местных деформациях в земляных и бетонных частях сооружений и при фильтрации через бетонные конструкции**

**Figure 1 – Processes occurring during local deformations in earthen and concrete parts of structures and during seepage through concrete structures**

Помимо записей о состоянии водного потока при проходе через сооружение и фиксации причин изменения режима, в журнале визуальных наблюдений должны быть указаны:

- отметки горизонтов воды в верхнем и нижнем бьефах, а также наличие отклонений по сравнению с заданными для нормального состояния;
- наличие ветровых волн в верхнем бьефе и их высота;
- эффективность гашения энергии гасителями;
- степень сбойности с характеристикой ширины потока, занятой боковыми вихревыми точками (в процентах от полной ширины);
- возникновение вибраций частей сооружения;
- образование поперечной раскочки потока или образование про-



дольной волны (на быстротоках), а также наличие выплесков и их интенсивность;

- влияние выхлопов воздуха из трубчатых сооружений на состояние потока в нижнем бьефе (высота фонтанов, высота волн и др.);

- интенсивность водяной пыли от сопряжения потока и его воздействие на прилегающую местность;

- оледенение, степень стеснения льдом живого сечения потока и др.

Ответственное лицо должно отмечать все процессы, возникшие в период между осмотрами, и заносить результаты наблюдений в журнал и на схемы, сопровождать их зарисовками, условными знаками, проводить контрольные обмеры, делать описания и обязательную фотофиксацию дефектов и повреждений.

Для отметки неблагоприятных процессов при визуальных наблюдениях за местными деформациями облицовок и креплений необходимо выявлять:

- швы бетонных и железобетонных элементов объектов, в которых просматривается вымыв уплотняющих материалов от воздействия водного потока;

- швы и щели облицовок сооружений, в которых наблюдается вымыв грунта от воздействия водного потока или ветровых волнений;

- быстрое повышение уровня грунтовой воды, проявляемое смещением креплений или их элементов;

- навалы и примерзания льда с подвижками, проявляемыми смещением креплений или их элементов;

- просадки облицовок за счет промоин, возникающих от затекания дождевой воды или действия водного потока;

- плавающие бревна, коряги, пни в бьефах сооружений;

- крупные камни в водобойных колодцах сооружений, которые способны интенсивно истирать бетон из-за воздействия бурного режима рабо-

ты в них, что особенно проявляется на тонкостенных железобетонных частях сооружений.

При визуальных наблюдениях деформаций земляных частей сооружений следует особое внимание уделять:

- незакрепленному руслу непосредственно за рисбермой в опасных и очень опасных состояниях сопряжений водного потока в нижнем бьефе;

- состоянию засыпки в пазухах устоев и местам контакта земляных и бетонных частей – просадкам, трещинам (глубина трещин устанавливается открытием шурфа), расслоению грунта;

- низовому, доступному для осмотра верховому откосу и гребню плотин;

- доступным осмотру местам контакта разнородных грунтов;

- экранам земляных плотин и дамб – наличию трещин (устанавливается временный простейший щелемер), выпору, отставанию слоев;

- полосе поверхности грунта, под которой находятся скрытые части сооружений – экраны, диафрагмы и т. п.

**Выводы.** Для повышения технического уровня, а также определения наиболее востребованных для ремонта или реконструкции объектов необходимо иметь оперативную исходную информацию о техническом состоянии ГТС мелиоративного назначения, позволяющую объективно и дифференцированно рассчитать объемы работ для последующего расчета приоритетности капиталовложений и принятия соответствующих решений заинтересованными лицами.

Для снижения трудоемкости разработан порядок визуальных наблюдений с определенными правилами обследования и фиксирования вредных воздействий на сооружения, проявляющихся из-за их дефектов, и их номенклатура. При этом предложенная номенклатура позволяет максимально упростить и уменьшить объем фиксируемой информации при проведении визуального обследования сооружений с открытым потоком и трубчатых

сооружений с присвоением шифра номенклатуры процесса или явления с тремя группами: наименее опасные (расчетные), опасные, очень опасные. Также предложен перечень процессов, возникающих при местных деформациях в земляных и бетонных частях сооружений, с возможными причинами их образования.

### **Список источников**

1. Мониторинг состояния гидротехнических сооружений / С. С. Орлова, Т. А. Панкова, О. В. Михеева, Е. Н. Миркина // Аграрный научный журнал. 2021. № 9. С. 98–103. <https://doi.org/10.28983/asj.y2021i9pp98-103>.
2. Инструкция по ведению мониторинга технического и функционального состояния водоподпорных гидротехнических сооружений мелиоративного назначения / В. А. Шадских, Р. Б. Туктаров, В. П. Мельникова, Р. Д. Пасовец, Л. Н. Мазнева; ФГБНУ «ВолжНИИГиМ». Энгельс, 2016. 39 с.
3. Зверьков М. С., Брыль С. В. Нормативные и методические аспекты и пример создания цифрового двойника гидромелиоративной системы с использованием данных дистанционного мониторинга // International agricultural journal. 2022. Т. 65, № 3. С. 1320–1334. DOI: 10.55186/25876740\_2022\_6\_3\_24.
4. Волков В. И., Кобызев С. О. Обследование и мониторинг состояния гидротехнических сооружений 655 водоемов Московской области в 2016–2018 гг. // Природообустройство. 2020. № 2. С. 74–80. DOI: 10.26897/1997-6011/2020-2-74-80.
5. Использование местного стока для орошения земель сельскохозяйственного назначения: науч. обзор / Г. А. Сенчуков, В. Д. Гостищев, А. С. Капустян, Ю. Ф. Снопич, А. С. Штанько, А. Л. Кожанов, В. А. Кулыгин, Д. В. Ермак, И. В. Клишин; ФГНУ «РосНИИПМ». Новочеркасск, 2011. 172 с. Деп. в ВИНТИ 23.05.11, № 243-B2011.
6. Обследование и мониторинг технического состояния зданий и сооружений как основной элемент их безаварийной эксплуатации / А. П. Лебедкин, С. А. Баранов, Е. С. Васюткин, А. А. Белый // Композитные системы на объектах подземного и гражданского строительства: сб. тр. Первой Междунар. науч.-практ. конф., г. Санкт-Петербург, 27–28 сент. 2018 г. СПб.: ПГУПС, 2019. С. 150–158.
7. Кожанов А. Л. Конструктивные схемы энергосберегающих осушительных систем двойного регулирования водного режима // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2019. № 1(73). С. 27–34.
8. Лебедкин А. П., Добрышкин Е. О. Анализ нормативно-правовой базы в области проведения обследования и мониторинга технического состояния зданий // Нормирование и оплата труда в строительстве. 2019. № 3. С. 33–38.
9. Культуртехнические работы на мелиорируемых землях / О. В. Воеводин, А. Л. Кожанов, В. В. Слабунов, С. Л. Жук; Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. Новочеркасск, 2012. 24 с. Деп. в ВИНТИ РАН 04.07.12, № 291-B2012.
10. Ковтун А. В. Применение алгоритмизации и программирования в информационном моделировании при проведении технического обследования и мониторинга зданий и сооружений // Научные исследования 2022: сб. ст. междунар. науч.-практ. конф. Пенза: Наука и Просвещение, 2022. Ч. 1. С. 40–43.
11. Складов Л. А. Техническое обследование зданий и сооружений в рамках требований Федерального закона № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» и ГОСТ 31937-2011 «Правила обследования и мониторинга технического состояния» // Научный вестник Арктики. 2019. № 7. С. 22–33.

12. Касперов Г. И., Левкевич В. Е., Миканович Д. С. Натурные обследования технического состояния гидротехнических сооружений прудов-накопителей мелиоративных и польдерных систем // Труды БГТУ. № 2. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. 2016. № 2(184). С. 315–319.

13. Оценка технического состояния гидротехнических сооружений мелиоративного назначения Саратовской области / Р. Б. Туктаров, В. П. Мельникова, Р. Д. Пасовец, Л. Н. Мазнева // Проблемы и перспективы развития мелиорации в современных условиях: сб. науч. тр. по материалам Науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 50-летию образования ФГБНУ «ВолжНИИГиМ». 2016. С. 196–201.

## References

1. Orlova S.S., Pankova T.A., Mikheeva O.V., Mirkina E.N., 2021. *Monitoring sostoyaniya gidrotekhnicheskikh sooruzheniy* [Monitoring of the condition of hydraulic structures]. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal* [Agrarian Scientific Journal], no. 9, pp. 98-103, <https://doi.org/10.28983/asj.y2021i9pp98-103>. (In Russian).

2. Shadskikh V.A., Tuktarov R.B., Melnikova V.P., Pasovets R.D., Mazneva L.N., 2016. *Instruktsiya po vedeniyu monitoringa tekhnicheskogo i funktsional'nogo sostoyaniya vodopodpornykh gidrotekhnicheskikh sooruzheniy meliorativnogo naznacheniya* [Instructions for Monitoring the Technical and Functional State of Water-Retaining Hydraulic Structures for Reclamation]. VolzhNIIGiM, Engels, 39 p. (In Russian).

3. Zverkov M.S., Bryl S.V., 2022. *Normativnye i metodicheskie aspekty i primer sozdaniya tsifrovogo dvoynika gidromeliorativnoy sistemy s ispol'zovaniem dannykh distantsionnogo monitoringa* [Normative and methodological aspects and an example of creating the irrigation and drainage system digital twin using data of the Earth remote monitoring]. *International Agricultural Journal*, vol. 65, no. 3, pp. 1320-1334, DOI: 10.55186/25876740\_2022\_6\_3\_24. (In Russian).

4. Volkov V.I., Kobzyev S.O., 2020. *Obsledovanie i monitoring sostoyaniya gidrotekhnicheskikh sooruzheniy 655 vodoemov Moskovskoy oblasti v 2016–2018 gg.* [Inspection and monitoring of the state of hydraulic structures of 655 reservoirs in Moscow region in 2016–2018]. *Prirodoobustroystvo* [Environmental Engineering], no. 2, pp. 74-80, DOI: 10.26897/1997-6011/2020-2-74-80. (In Russian).

5. Senchukov G.A., Gostishchev V.D., Kapustyan A.S., Snipich Yu.F., Shtanko A.S., Kozhanov A.L., Kulygin V.A., Ermak D.V., Klishin I.V., 2011. *Ispol'zovanie mestnogo stoka dlya orosheniya zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya: nauchnyy obzor* [Using Local Runoff for Irrigation of Agricultural Land: Scientific Review]. Novocherkassk, 172 p., deposited in VINITI on 23.05.2011, no. 243-B2011. (In Russian).

6. Lebedkin A.P., Baranov S.A., Vasyutkin E.S., Bely A.A., 2019. *Obsledovanie i monitoring tekhnicheskogo sostoyaniya zdaniy i sooruzheniy kak osnovnoy element ikh bezavariynoy ekspluatatsii* [Inspection and monitoring of the technical condition of buildings and structures as a basic element of their emergency operation]. *Kompozitnye sistemy na ob'ektakh podzemnogo i grazhdanskogo stroitel'stva: sb. tr. Pervoy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Composite Systems at Underground and Civil Facilities Construction: Collection of Articles of the First International Scientific-Practical Conference]. St. Petersburg, PGUPS, pp. 150-158. (In Russian).

7. Kozhanov A.L., 2019. *Konstruktivnye skhemy energosberegayushchikh osushitel'nykh sistem dvoynogo regulirovaniya vodnogo rezhima* [Constructive schemes of energy-saving drainage systems for dual regulation of the water regime]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture], no. 1(73), pp. 27-34. (In Russian).

8. Lebedkin A.P., Dobryshkin E.O., 2019. *Analiz normativno-pravovoy bazy v oblasti*

*provedeniya obsledovaniya i monitoringa tekhnicheskogo sostoyaniya zdaniy* [Analysis of the regulatory framework in the field of inspection and monitoring of the structural condition of buildings]. *Normirovanie i oplata truda v stroitel'stve* [Labour Standardization and Payment in Construction], no. 3, pp. 33-38. (In Russian).

9. Voevodin O.V., Kozhanov A.L., Slabunov V.V., Zhuk S.L., 2012. *Kul'turtekhnicheskie raboty na melioriruemyykh zemlyakh* [Cultural and Technical Work on Reclaimed Lands]. Novocherkassk, 24 p., deposited in VINITI RAS on 04.07.2012, no. 291-B2012. (In Russian).

10. Kovtun A.V., 2022. *Primenenie algoritimizatsii i programmirovaniya v informatsionnom modelirovanii pri provedenii tekhnicheskogo obsledovaniya i monitoringa zdaniy i sooruzheniy* [Application of algorithmization and programming in information modeling during technical inspection and monitoring of buildings and structures]. *Nauchnye issledovaniya 2022: sb. st. mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Scientific Research 2022: Collection of Articles of International Scientific-Practical Conference]. Penza, Science and Education, pt. 1, pp. 40-43. (In Russian).

11. Sklyarov L.A., 2019. *Tekhnicheskoe obsledovanie zdaniy i sooruzheniy v ramkakh trebovaniy Federal'nogo zakona № 384-FZ "Tekhnicheskiiy reglament o bezopasnosti zdaniy i sooruzheniy" i GOST 31937-2011 "Pravila obsledovaniya i monitoringa tekhnicheskogo sostoyaniya"* [Technical inspection of buildings and structures within the requirements of the Federal Law no. 384-FZ "Technical Regulations on Safety Buildings and Structures" and GOST 31937-2011 "Rules of survey and Monitoring the Technical Condition"]. *Nauchnyy vestnik Arktiki* [Scientific Bulletin of the Arctic], no. 7, pp. 22-33. (In Russian).

12. Kasperov G.I., Levkevich V.E., Mikanovich D.S., 2016. *Naturnye obsledovaniya tekhnicheskogo sostoyaniya gidrotekhnicheskikh sooruzheniy prudov-nakopiteley meliorativnykh i pol'dernykh sistem* [Field surveys of drainage and polder systems sludge depositories technical state]. *Trudy BGTU. № 2. Lesnaya i derevoobrabatyvayushchaya promyshlennost'* [Proceedings of BSTU. No. 2. Forest and Woodworking Industry], no. 2(184), pp. 315-319. (In Russian).

13. Tuktarov R.B., Melnikova V.P., Pasovets R.D., Mazneva L.N., 2016. *Otsenka tekhnicheskogo sostoyaniya gidrotekhnicheskikh sooruzheniy meliorativnogo naznacheniya Saratovskoy oblasti* [Assessment of technical condition of hydraulic structures for reclamation in Saratov region]. *Problemy i perspektivy razvitiya melioratsii v sovremennykh usloviyakh: sbornik nauchnykh trudov po materialam Nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchennoy 50-letiyu obrazovaniya FGBNU "VolzhNIIGiM"* [Problems and Prospects for the Development of Irrigation under Modern Conditions: Collection of Scientific Papers Based on the Proc. of Scientific-Practical Conference with International Participation, Dedicated to the 50<sup>th</sup> Anniversary of FGBNU "VolzhNIIGiM"], pp. 196-201. (In Russian).

---

#### **Информация об авторах**

**А. Л. Кожанов** – ведущий научный сотрудник, кандидат технических наук, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, AntonKozhanov1983@yandex.ru, AuthorID: 618621, <https://orcid.org/0000-0002-4240-1967>;

**В. В. Слабунов** – ведущий научный сотрудник, кандидат технических наук, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, Slabunovvv@mail.ru, AuthorID: 618639, <https://orcid.org/0000-0003-0150-5193>.

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

**A. L. Kozhanov** – Leading Researcher, Candidate of Technical Sciences, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation, AntonKozhanov1983@yandex.ru, AuthorID: 618621, <https://orcid.org/0000-0002-4240-1967>;

Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2023. Т. 91, № 3. С. 12–25.  
Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture. 2023. Vol. 91, no. 3. P. 12–25.

**V. V. Slabunov** – Leading Researcher, Candidate of Technical Sciences, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation, Slabunovvv@mail.ru, AuthorID: 618639, <https://orcid.org/0000-0003-0150-5193>.

*Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.  
Все авторы в равной степени несут ответственность за нарушения в сфере этики научных публикаций.*

*Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.  
All authors are equally responsible for ethical violations in scientific publications.*

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.  
The authors declare no conflicts of interests.*

*Статья поступила в редакцию 22.08.2023; одобрена после рецензирования 24.08.2023;  
принята к публикации 31.08.2023.  
The article was submitted 22.08.2023; approved after reviewing 24.08.2023; accepted for  
publication 31.08.2023.*