

Оригинальная статья

<https://doi.org/10.26897/1997-6011-2025-3-85-92>

УДК 626/627:556.11



РАЗРАБОТКА ПЕРВООЧЕРЕДНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ СИСТЕМЫ, ПРОИЗВОДИМЫХ ДО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ИЛИ РЕКОНСТРУКЦИИ

В.Б. Жезмер

ФГБНУ Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова; 127434, г. Москва, ул. Б. Академическая, 44, корп. 2, Россия

Аннотация. Цель исследований заключалась в определении первоочередных мероприятий по повышению пропускной способности гидромелиоративной системы, выполняемых до осуществления капитального ремонта или реконструкции. Методы защиты ГТС и поддержания условий их безаварийной эксплуатации в настоящее время разработаны достаточно подробно и широко применяются. Вопрос заключается в целесообразности, последовательности, интенсивности и месте их применения. В условиях дефицита финансовых средств, выделяемых на восстановление гидромелиоративных систем, имеет смысл проводить анализ распределения затрат на восстановление работоспособности ГМС согласно закону Парето (принцип Парето, принцип 80/20), который в наиболее общем виде формулируется как «...20% усилий дают 80% результата, а остальные 80% усилий – лишь 20% результата». В нашем случае применительно к линейным сооружениям это означает ликвидацию отдельных неисправностей, наиболее существенно влияющих на пропускную способность канала. Такие неисправности можно считать узким звеном. Узкое звено – это любой ресурс, чья пропускная способность равна или меньше потребности в нем. При недостаточном уровне или отсрочке финансирования осуществляется определение «узких звеньев» в работе системы с целью их устранения и повышения производительности ГМС. Кроме того, определяется экономическая эффективность мероприятий. В нашем случае узкое место – участок линейного сооружения, чья пропускная способность равна или меньше необходимой в настоящее время. Снижение пропускной способности, как правило, происходит вследствие уменьшения поперечного сечения канала по разным причинам. Решение по способу восстановления работоспособности сооружений принимается после детального обследования в зависимости от вида и объема работ, наличия доступной техники и ресурсов, в том числе финансовых. При анализе конкретного объекта (Сарпинской ООС Республики Калмыкия) установлено, что стоимость ликвидации узких мест составляет 0,23% от стоимости капитального ремонта. Указанные работы относятся к текущему ремонту. Эксплуатация линейного сооружения после такой ликвидации является мерой временной, однако позволяет осуществлять водообеспечение эксплуатируемых в настоящее время площадей в течение ограниченного периода, предшествующего ремонту или реконструкции.

Ключевые слова: водопользование, гидромелиоративные системы (ГМС), гидротехнические сооружения (ГТС), линейные сооружения, эффективность водоподачи, безопасность ГТС

Формат цитирования: Жезмер В.Б. Разработка первоочередных мероприятий по повышению пропускной способности гидромелиоративной системы, производимых до осуществления капитального ремонта или реконструкции // Природообустройство. 2025. № 3. С. 85-92. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2025-3-85-92>

Original article

DEVELOPMENT OF PRIORITY MEASURES TO INCREASE THE CAPACITY OF THE HYDRAULIC RECLAMATION SYSTEM, PRODUCED BEFORE THE IMPLEMENTATION OF MAJOR REPAIRS OR RECONSTRUCTION

V.B. Zhezmer

A.N. Kostyakov Federal State Budgetary Institution Federal Scientific Center for Hydraulic Engineering and Land Reclamation; 44 B. Akademicheskaya str., bldg. 2, Moscow, 127434, Russia

Abstract. Methods for protecting hydraulic structures and maintaining conditions for their trouble-free operation have currently been developed in sufficient detail and are widely used. The question is one of appropriateness, consistency, intensity and place of their application. In the context of a shortage

of financial resources allocated for the restoration of hydromelioration systems, it makes sense to conduct an analysis of the distribution of costs for restoring the operability of hydromelioration systems in accordance with the Pareto Law. The Pareto law in its most general form is formulated as “20% of the effort gives 80% of the result, and the remaining 80% of the effort gives only 20% of the result.” In our case, as applied to linear structures, this means eliminating individual faults that have the most significant impact on the canal’s throughput. Such faults can be considered as bottlenecks. A bottleneck is a resource whose capacity to provide bandwidth is less than the demand for it. If the level of funding is insufficient or funding is delayed, bottlenecks in the system’s operation are identified in order to eliminate them and improve the performance of the HMS. In addition, the economic efficiency of the measures is determined. In our case, the bottleneck is a section of a linear structure whose capacity is equal to or less than that currently required. The decrease in throughput usually occurs due to a decrease in the canal cross-section due to various reasons. The decision on the method for restoring the functionality of the structures is made after a detailed examination, depending on the type and volume of work, the availability of available equipment and resources, including financial ones. When analyzing a specific facility (Sarpinskaya OOS of the Republic of Kalmykia), it was found that the cost of eliminating bottlenecks is 0.23% of the cost of major repairs. The above works are related to current repairs. Operation of a linear structure after such liquidation is a temporary measure, but it allows for water supply to irrigated areas currently in operation for a limited period prior to repair or reconstruction.

Keywords: water use, irrigation and drainage systems (IDS), hydraulic structures (HS), linear structures, water supply efficiency, HS safety

Format of citation: Zhezmer V.B. Development of priority measures to increase the capacity of the hydraulic reclamation system, produced before the implementation of major repairs or reconstruction // Prirodoobustrojstvo. 2025. № 3. P. 85-92. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2025-3-85-92>

Введение. В Указе Президента РФ от 30 января 2010 г. № 120 говорится о том, что обеспечение продовольственной безопасности страны сопряжено с рисками, которые могут существенно ее ослабить. К наиболее значимым относятся агроэкологические риски, обусловленные неблагоприятными климатическими изменениями, а также чрезвычайными ситуациями, в том числе возникающими при эксплуатации гидротехнических сооружений (ГТС) мелиоративного комплекса [1].

Методы защиты ГТС и поддержания условий их безаварийной эксплуатации в настоящее время разработаны достаточно подробно и широко применяются. Вопрос заключается в целесообразности, последовательности, интенсивности и месте их применения. Согласно Федеральному закону от 21 июля 1997 г. № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений» [2] необходимо осуществление мер по обеспечению безопасности гидротехнических сооружений. При этом собственник гидротехнического сооружения и (или) эксплуатирующая организация обязаны обеспечивать соблюдение обязательных требований при эксплуатации гидротехнических сооружений, а также их техническое обслуживание и текущий ремонт. В то же время средств на ремонт у собственника или эксплуатирующей организации, как правило, бывает недостаточно.

В настоящее время выбор способа восстановления работоспособности ГМС проводится

исключительно на основе существующих нормативных документов. Пропускная способность гидромелиоративной системы зависит от степени повреждения конструкций и линейных объектов. Линейный объект (сооружение) – это объект, линейная протяженность которого несоизмеримо больше его поперечных размеров [3]. К линейным сооружениям гидромелиоративных систем относятся каналы, трубопроводы, закрытые дренажи, собиратели [4].

Степень повреждения конструкций и линейных объектов определяется в ходе регулярного обследования, на основании чего составляется соответствующий акт. Следует отметить, что наряду с капитальным ремонтом и реконструкцией существует система планово-предупредительных ремонтов, представляющая собой комплекс организационно-технических мероприятий, осуществляемых в плановом порядке с целью содержания систем и сооружений в постоянной надлежащей эксплуатационной готовности [5].

Поскольку постоянно ощущается дефицит финансовых средств, выделяемых на восстановление гидромелиоративных систем, имеет смысл проводить анализ распределения затрат на восстановление работоспособности ГМС согласно закону Парето. Закон Парето (принцип Парето, принцип 80/20) – эмпирическое правило, названное в честь экономиста и социолога Вильфредо Парето, в наиболее общем виде формулируется как «...20% усилий дают 80%

результата, а остальные 80% усилий – лишь 20% результата». Принцип может использоваться как базовая установка в анализе факторов эффективности какой-либо деятельности и оптимизации ее результатов: правильно выбрав минимум самых важных действий, можно быстро получить значительную часть от планируемого полного результата, при этом дальнейшие улучшения могут быть неэффективными. В нашем случае применительно к линейным сооружениям это означает ликвидацию отдельных неисправностей, наиболее существенно влияющих на пропускную способность канала. Такие неисправности можно считать узкими звеньями.

Согласно работе Э. Голдратта «Цель» [6] узкое звено – это любой ресурс, чья пропускная способность равна или меньше потребности в нем. При недостаточном уровне или отсрочке финансирования определяются узкие звенья в работе системы с целью их устранения и повышения производительности ГМС, а также экономическая эффективность мероприятий.

Материалы и методы исследований.

Работы проводились на основании анализа существующих нормативных документов по защите и безопасной эксплуатации ГТС – таких, как Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений» [7], СП 421.1325800.2018. Свод правил. Мелиоративные системы и сооружения. Правила эксплуатации [8]. Необходимость и способ проведения ремонтно-восстановительных работ определялись согласно Градостроительному кодексу Российской Федерации от 29 декабря 2004 г. [9], СТО 4.2-6-2014. Мелиоративные системы и сооружения. Эксплуатация. Основные положения по проведению планово-предупредительного ремонта [10], Системы и сооружения мелиоративные. РЕКОНСТРУКЦИЯ [11].

Обследование объектов проводилось на основании общепринятых методик – таких, как ГОСТ Р 70566-2022. Системы и сооружения мелиоративные. Правила обследования и мониторинга технического состояния [12], а также согласно правилам составления акта регулярного обследования [13].

При разработке первоочередных мероприятий по повышению пропускной способности гидромелиоративной системы руководствовались принципом Парето и способом определения узких звеньев [6]. В тексте приведены фотографии и космоснимки разных лет из архива автора. Научно-методические основы исследований базируются на работах отдела гидротехники и гидравлики и лаборатории безопасности ГТС

гидромелиоративного комплекса ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова» по обследованию с участием автора, гидротехнических сооружений в Московской, Волгоградской, Владимирской, Курганской и других областях Российской Федерации, а также в Республике Крым и Республике Калмыкия.

Результаты и их обсуждение. В нашем случае узкое место – участок линейного сооружения, чья пропускная способность равна или меньше необходимой в настоящее время. Снижение пропускной способности, как правило, происходит вследствие уменьшения поперечного сечения канала по приведенным ниже причинам:

- заиливание профиля канала (рис. 1);
- образование препятствий движению воды в русле канала (рис. 2);
- разрушение гребня канала (рис. 3);
- интенсивное зарастание откосов канала (рис. 4).



Рис. 1. Заиливание профиля канала
Fig. 1. Silting of the canal profile



Рис. 2. Образование препятствий движению воды в русле канала
Fig. 2. The formation of obstacles in the canal bed that hinder the flow of water



Рис. 3. Разрушение гребня канала

Fig. 3. Destruction of the canal ridge



Рис. 4. Интенсивное зарастание откосов канала

Fig. 4. Intensive overgrowth of the canal slopes

Способы восстановления пропускной способности каналов, в том числе устранения «узких мест», могут быть различными как по составу производимых работ, так и по набору применяемых механизмов. Так, расчистка профиля канала от заиливания может производиться одноковшовыми экскаваторами с ковшом вместимостью 2,5; 1; 0,65; 0,4; 0,25 м³, многоковшовыми экскаваторами поперечного черпания с ковшом вместимостью 15 л и другими способами. Расценки на производство работ при этом будут значительно различаться [14].

Способ восстановления гидромелиоративных систем зависит от изложенных ниже факторов.

*Обеспечение уровня водоподачи**, необходимо:

- для водообеспечения орошаемых в настоящее время мелиорированных земель;
- для дополнительного водообеспечения вовлекаемых в оборот деградированных мелиорированных земель сельскохозяйственного назначения (уровень водоподачи определяется исходя из площадей, орошаемых данной ГМС,

типа орошения и водопотребности выращиваемых культур).

Состояние и степень износа объектов гидромелиоративной системы [13].

Комплекс мероприятий, необходимых для восстановления ГМС:

- до работоспособного состояния – текущий ремонт [10];
- до проектных значений – капитальный ремонт [15];
- до повышения технико-экономических показателей системы – реконструкция [16].

Выбор способа восстановления ГМС достаточно сложен и неоднозначен. Кроме того, определение стоимости работ может варьироваться в значительных пределах. При недостаточном уровне или отсрочке финансирования определяются узкие места в работе системы с целью их устранения и повышения производительности ГМС.

Сравнение эффективности и стоимости мероприятий по ремонту сооружений и устранению узких мест осуществлялось на примере Сарпинской оросительно-обводнительной системы Республики Калмыкия.

Мероприятия по повышению эффективности функционирования указанной системы можно подразделить на две группы:

- работы по ликвидации узких мест. К таким работам относятся ликвидация препятствий движению воды в русле канала и мероприятия по приведению гребня дамбы до проектных параметров с целью ликвидации мест возможного перелива воды;
- работы по восстановлению объектов гидромелиоративной системы, относящиеся к капитальному ремонту или реконструкции, куда входят мероприятия по приведению гребня дамбы до проектных параметров, расчистке мест интенсивного зарастания откосов канала, расчистке мест заиливания профиля канала, а также уплотнение откосов канала с целью предотвращения интенсивной фильтрации.

При расчете сравнительной стоимости работ по ликвидации узких мест и работ, осуществляемых при капитальном ремонте сооружений, а также влияния ликвидации «узких звеньев» на пропускную способность канала в количественном выражении были использованы следующие документы и программы:

- «ВНиР. Ведомственные нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник В12. Специальные работы в мелиоративном и водохозяйственном строительстве» [17];

– Федеральные единичные расценки на строительные и специальные строительные работы. ФЕР 81-02-01-2001 [14];

– Программа «ГРАНД-Смета», предназначенная для автоматизации определения сметной стоимости строительства и учета выполненных работ [18].

Расчет стоимости работ по восстановлению объектов гидромелиоративной системы, а также работ по ликвидации «узких мест» производился аналогично расчету стоимости ликвидации препятствий движению воды в русле канала (табл. 1).

Стоимость ликвидации препятствий движению воды в русле канала общей протяженностью порядка 100 м составляет 458056,34 руб. Увеличение пропускной способности при ликвидации препятствий, несомненно, будет иметь место, однако численное значение повышения можно установить только посредством натурных исследований. При изучении указанного вопроса [19-21] авторы статей пришли к выводу о том, что точная оценка производительности и профилей поверхности воды, даже при испытаниях в лотках и аналогичных искусственно созданных сооружениях, сопряжена со значительными трудностями, вследствие чего ограничились результатами численного моделирования.

Стоимость ликвидации мест возможного перелива воды через дамбу канала общей протяженностью 130 м составляет 199266,43 руб. В результате ликвидации «узких мест» реальное поперечное сечение канала на всем протяжении

линейного объекта составит 42 м², что позволит беспрепятственно пропускать необходимое для затопления эксплуатируемых в настоящее время рисовых чеков количество воды при неразмывающей скорости потока 0,28-0,36 м/с [22].

Естественно, что достичь уровня водообеспечения, необходимого для затопления дополнительных площадей под рисом, можно только после увеличения профиля канала до проектных значений. Все необходимые для этого работы, согласно СТО 4.2-6-2014 [10], относятся к текущему ремонту, который необходимо проводить на всем протяжении канала, – 58700 м. Но поскольку, согласно указанному документу, «К текущему ремонту относятся ремонтные работы..., не превышающие 20% балансовой стоимости ремонтируемого объекта на открытой и 15% на закрытой мелиоративной сети и гидротехнических сооружениях», при таком уровне затрат это уже капитальный ремонт.

В результате приведенных выше мероприятий по восстановлению объектов гидромелиоративной системы поперечное сечение канала возрастет до проектных отметок (77 м²), то есть при той же неразмывающей скорости потока [17] имеется возможность подавать почти вдвое большее количество воды, что позволит в 2 раза увеличить площади под рисом.

Сравнение затрат на проведение мероприятий по восстановлению объектов гидромелиоративной системы и работ по ликвидации «узких мест» приведено в таблице 2.

Таблица 1. Расчет стоимости расчистки мест интенсивного зарастания откосов канала деревьями

Table 1. Calculation of the cost of clearing areas of intensive overgrowth of canal slopes with trees

Общая протяженность, м <i>Total length, m</i>	Наименование работ <i>Name of works</i>	Единица измерения <i>Unit measurements</i>	Количество / Quantity	Общая стоимость с накладными расходами и сметной прибылью в текущем уровне цен (2024 г.), руб. <i>Total cost with overhead costs and estimated profit at the current price level (2024), RUB.</i>	
				На единицу измерения <i>Per unit of measurement</i>	Всего <i>Total</i>
15 000	Валка деревьев с корня, диаметр стволов: свыше 16 до 20 см <i>Felling of trees from the root, trunk diameter: over 16 to 20 cm</i>	100 шт. <i>100 pcs</i>	37	6944,86	256 959.82
	Трелевка хлыстов древесины на расстояние до 300 м тракторами мощностью: 79 кВт (108 л.с.), диаметр стволов до 20 см <i>Skidding of logs of timber at a distance of up to 300 m with tractors with a power of: 79 kW (108 hp), trunk diameter up to 20 cm</i>	100 шт. <i>100 pcs</i>	37	13 585,90	502 678.30
ИТОГО <i>TOTAL</i>					759 638.12

Таблица 2. Сравнительная стоимость мер по устранению повреждений линейных объектов Сарпинской оросительно-обводнительной системы

Table 2. Comparative cost of measures to eliminate damages to linear objects of the Sarpinskaya irrigation and water supply system

Работы <i>Works</i>	Общая стоимость с накладными расходами и сметной прибылью в текущем уровне цен (2024 г.), руб. <i>Total cost with overhead costs and estimated profit at the current price level (2024), rbl.</i>	В % к сумме <i>In % of the amount</i>
Работы по ликвидации «узких мест» / Work to eliminate bottlenecks		
Ликвидация препятствий движению воды в русле канала <i>Elimination of obstacles to water movement in the canal bed</i>	458 056,34	
Мероприятия по приведению гребня дамбы до проектных параметров с целью ликвидации мест возможного перелива воды <i>Measures to bring the dam crest up to design parameters in order to eliminate potential water overflow areas</i>	199 266,43	
Всего / Total	557 322,77	0,23
Работы по восстановлению объектов гидромелиоративной системы, относящиеся к капитальному ремонту <i>Work on restoration of hydromelioration system facilities related to major repairs</i>		
Расчистки мест интенсивного зарастания откосов канала деревьями <i>Clearing areas of intensive overgrowth of canal slopes with trees</i>	759 638,12	
Расчистки мест заиливания профиля канала <i>Clearing silted areas of the canal profile</i>	241 500 621,97	
Уплотнение откосов каналов с целью ликвидации интенсивной фильтрации <i>Sealing of canal slopes to eliminate intensive filtration</i>	2 995 538,94	
Мероприятия по приведению гребня дамбы до проектных параметров с целью ликвидации мест возможного перелива воды <i>Measures to bring the dam crest up to design parameters in order to eliminate potential water overflow areas</i>	199 266,43	
Всего / Total	245 455 065,46	99,77
ИТОГО / TOTAL	246 012 388,23	100,00

Из данных таблицы следует, что стоимость ликвидации узких мест составляет 0,23% от стоимости капитального ремонта. Указанные работы, согласно СТО «Мелиоративные системы и сооружения» [10], относятся к текущему ремонту. Собственник ГТС и (или) эксплуатирующая организация обязаны проводить техническое обслуживание, эксплуатационный контроль и текущий ремонт гидротехнических сооружений [2]. Даже при дефиците средств на ремонт и реконструкцию ГТС сравнительно незначительные суммы, необходимые для ликвидации узких мест, собственником ГТС или эксплуатирующей организацией могут быть изысканы. Естественно, что эксплуатация линейного сооружения после этого является мерой временной, однако позволяет осуществлять водообеспечение эксплуатируемых в настоящее время площадей в течение ограниченного периода, предшествующего ремонту или реконструкции.

Выводы

1. В условиях постоянного дефицита финансовых средств, выделяемых на восстановление гидромелиоративных систем, имеет смысл проводить анализ распределения затрат на восстановление работоспособности ГМС согласно закону Парето (принцип Парето, принцип 80/20), который в наиболее общем виде формулируется как «...20% усилий дают 80% результата, а остальные 80% усилий – лишь 20% результата».

2. При недостаточном уровне или отсрочке финансирования определяются «узкие звенья» в работе системы с целью устранения и повышения производительности ГМС, а также экономическая эффективность мероприятий по их ликвидации.

3. Наибольшая эффективность первоочередных мероприятий по повышению пропускной способности системы, выполняемых до осуществления капитального ремонта или

реконструкции, отмечается при ликвидации «узких мест» – участков линейного сооружения, чья пропускная способность равна или меньше необходимой в настоящее время.

4. При проведении анализа конкретного объекта (Сарпинской ООС Республики Калмыкия) установлено, что стоимость ликвидации узких мест составляет 0,23% от стоимости

капитального ремонта. Указанные работы относятся к текущему ремонту. Эксплуатация линейного сооружения после такой ликвидации является мерой временной, однако позволяет осуществлять водообеспечение эксплуатируемых в настоящее время площадей в течение ограниченного периода, предшествующего ремонту или реконструкции.

Список использованных источников

1. Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации: Указ Президента РФ от 30 января 2010 г. № 120.
2. О безопасности гидротехнических сооружений: Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 117-ФЗ, ред. от 8 августа 2024 г., с изм. и доп., вступ. в силу с 1 сентября 2024 г.
3. ГОСТ 34968-2023 «Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Инженерные изыскания» от 20 июля 2023 г.
4. ГОСТ 21-709-2019 «Правила выполнения рабочей документации линейных сооружений гидромелиоративных систем». М.: Стандартинформ, 2020. 24 с.
5. Правила эксплуатации мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений: утв. Минсельхозпродом РФ 26 мая 1998 г. Дата сохранения: 13.12.2016 http://www.old.tunadzor.ru/doc/zem/pravila_ekspl.pdf (дата обращения: 22.04.2024).
6. Голдратт Э. Цель. Процесс непрерывного совершенствования. «Альпина Диджитал». М., 2004. 226 с.
7. О безопасности гидротехнических сооружений: Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 117-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. 1997. № 30, ст. 3589; 2018. № 31, ст. 4860. docs.cntd.ru/document/420225740 (дата обращения: 11.07.2024).
8. Свод правил «СП 421.1325800.2018. Свод правил. Мелиоративные системы и сооружения. Правила эксплуатации»: утв., введ. приказом Минстроя России от 24 декабря 2018 г. № 854/пр. М.: Стандартинформ, 2019. docs.cntd.ru/document/554403585 (дата обращения: 11.07.2022).
9. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ (принят Государственной Думой 22 декабря 2004 г.).
10. СТО 4.2-6-2014. Мелиоративные системы и сооружения. Эксплуатация. Основные положения по проведению планово-предупредительного ремонта. Новочеркасск: РосНИИПМ, 2014.
11. Системы и сооружения мелиоративные. РЕКОНСТРУКЦИЯ. Общие требования. rosniipm.ru/TK151...R_Ameliorative...Interrupted...into... (дата обращения: 22.04.2023).
12. ГОСТ Р 70566-2022. Системы и сооружения мелиоративные. Правила обследования и мониторинга технического состояния.
13. Об утверждении формы акта регулярного обследования гидротехнического сооружения (за исключением судоходных и портовых гидротехнических сооружений): приказ Ростехнадзора от 4 декабря 2020 г. № 497, рег. в Минюсте России 18 декабря 2020 г. № 61552.
14. Государственные сметные нормативы. Федеральные единичные расценки на строительные и специальные строительные работы. ФЕР 81-02-01-2001. Приложение № 1 к приказу Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской

References

1. Decree of the President of the Russian Federation of January 30, 2010 No.120 "On Approval of the Doctrine of food security of the Russian Federation" base.garant.ru/12172719// (accessed 31.05.2023).
2. Federal Law of 21.07.1997 No. 117-FZ (as amended on 08.08.2024) "On the safety of hydraulic structures" (with amendments and additions, effective from 01.09.2024) (accessed 31.01.2025).
3. "GOST 34968-2023 Main pipeline transportation of oil and petroleum products. Engineering Surveys" dated 20.07.2023 (Accessed 22.04.2024).
4. GOST 21-709-2019 Rules for the implementation of working documentation of linear structures of hydro-reclamation systems M. Standartinform. 2020. 24 p. (Accessed 07.03.2025).
5. Rules for the operation of reclamation systems and separately located hydraulic structures" (approved by the Ministry of Agriculture and Food of the Russian Federation on 26.05.1998) Date saved: 13.12.2016 http://www.old.tunadzor.ru/doc/zem/pravila_ekspl.pdf (Accessed 22.04.2024).
6. Goldratt E. Goal. Continuous improvement process. Alpina Digital, Moscow, 2004. 226 p.
7. Federal Law of July 21, 1997 No 117-FZ "On the Safety of Hydraulic Structures" (Collected Legislation of the Russian Federation, 1997, No 30, art. 3589; 2018, No 31, art. 4860) docs.cntd.ru/document/420225740 (accessed 11.07.2024).
8. The Code of Rules "SP 421.1325800.2018. Code of Rules. Reclamation systems and structures. Operating Rules", approved and put into effect by the order of the Ministry of Construction of Russia dated 24.12.2018 No 854/pr (Moscow: Standartinform, 2019). docs.cntd.ru/document/554403585 (accessed 11.07.2022).
9. Town planning Code of the Russian Federation of December 29, 2004 No 190-FZ (adopted by the State Duma on December 22, 2004).
10. SТО 4.2-6-2014. Reclamation systems and structures. Operation. Basic provisions for scheduled preventive maintenance. Novocherkassk, RosNIIPM, 2014.
11. Reclamation systems and structures. RECONSTRUCTION. General requirements. rosniipm.ru/TK151...R_Ameliorative... Interrupted...into...(Accessed 22.04.2023).
12. GOST R70566-2022 Reclamation systems and structures. Rules for inspection and monitoring of technical condition.
13. Order of Rostekhnadzor dated 04.12.2020 No. 497 "On Approval of the Form of the Act of Regular Inspection of Hydraulic Structures (Except for Navigable and Port Hydraulic Structures)" (Registered in the Ministry of Justice of Russia on 18.12.2020 No. 61552).
14. State Estimate Standards. Federal Unit Rates for Construction and Special Construction Works. FER81-02-01-2001. Appendix No 1 to the Order of the Ministry

Федерации от 26 декабря 2019 г. № 876/пр. minstroyrf.gov.ru/trades/view.fer-2020.php (дата обращения: 26.04.2024).

15. Министерство финансов Российской Федерации. Письмо от 17 октября 2017 г. № 03-03-РЗ/67741.docs.cntd.ru/document/440597565 (дата обращения: 13.07.2024).

16. Министерство финансов Российской Федерации. Департамент налоговой и таможенной политики. Письмо от 6 октября 2017 г. № 03-03-06/1/65431docs.cntd.ru/document/456097843 (дата обращения: 13.07.2024 г.).

17. ВНиР. Ведомственные нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник В12. Специальные работы в мелиоративном и водохозяйственном строительстве. URL: https://meganorm.ru/mega_doc/norm/vnir_vedomstvennye-normy-i-rascenki/0/vnir_vedomstvennye-normy_i_rastsenki_na_stroitelnye_822.html.

18. Программа «ГРАНД-Смета», включенная в Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных. Запись в реестре № 11163 от 21.07.2021 г. произведена на основании приказа Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 21 июля 2021 г. № 750. URL: <https://www.grandsmeta.ru/product-grand-smeta> (дата обращения: 19.08.2024).

19. Ebrahim Hamid Hussein Al-Qadami a, Abdurrahman Sa'id Abdurrahman Za-hiraniza Mustaffa, Khamaruzaman Wan Yusof M.A. Malek b, Aminuddin Ab Ghani. Numerical modelling of flow characteristics over sharp crested triangular hump. Results in Engineering. 2019. December. Vol. 4. 100052. Pp. 136-142.

20. A. Ferrari, SPH simulation of free surface flow over a sharp-crested weir, Adv. Water Resour. 2010. № 33 (3). Pp. 270-276.

21. A.S.I. Abdurrahman K.W. Yusof, H.B. Takaijudin, A. Ab, B.S. Iskandar, Effects of backwater on hydraulic performance evaluation of rainsmart modules in sustainable drainage systems // International Conference on Water Resources, Langkawi, Malaysia, 2018. November. Pp. 27-28.

22. ВТР-П-25-80. Ведомственные строительные нормы. Руководство по определению допускаемых неразмывающих скоростей водного потока для различных грунтов при расчете каналов: утв. приказом Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР 4 декабря 1980 г. № 409, дата введения 1981-06-01.

of Construction, Housing and Utilities of the Russian Federation dated December 26, 2019 No 876/pr. minstroyrf.gov.ru/trades/view.fer-2020.php (Accessed 26.04.2024).

15. Ministry of Finance of the Russian Federation. Letter dated 17.10.2017 No 03-03-RZ/67741docs.cntd.ru/document/440597565 (accessed 13.07.2024).

16. Ministerstvo finansov Rossiyskoy Federatsii Departament nalogovoy i tamozhennoy politiki Pis'mo ot 06.10.2017 № 03-03-06/1/65431docs.cntd.ru/document/456097843 (data obrashcheniya 13.07.2024 g.).

17. VNiR. Departmental norms and prices for construction, installation and repair and construction works. Collection B12. Special works in reclamation and water management construction. https://meganorm.ru/mega_doc/norm/vnir_vedomstvennye-normy-i-rascenki/0/vnir_vedomstvennye-normy_i_rastsenki_na_stroitelnye_822.html

18. The GRAND-Smeta program is included in the Unified Register of Russian Programs for Electronic Computers and Databases. The entry in the register No11163 dated 07/21/2021 was made on the basis of the order of the Ministry of Digital Development, Communications and Mass Media of the Russian Federation dated 07/21/2021 No750. <https://www.grandsmeta.ru/product-grand-smeta> (accessed 19.08.2024)

19. Ebrahim Hamid Hussein Al-Qadami a, Abdurrahman Sa'id Abdurrahman Za-hiraniza Mustaffa, Khamaruzaman Wan Yusof M.A. Malek b, Aminuddin Ab Ghani. Numerical modelling of flow characteristics over sharp crested triangular hump. – Results in Engineering, Volume 4, December 2019, 100052 P. 136-142.

20. A. Ferrari, SPH simulation of free surface flow over a sharp-crested weir, Adv. Water Resour. 33 (3) (2010) 270-276.

21. A.S.I. Abdurrahman K.W. Yusof, H.B. Takaijudin, A. Ab, B.S. Iskandar, Effects of backwater on hydraulic performance evaluation of rainsmart modules in sustainable drainage systems, in: International Conference on Water Resources, Langkawi, Malaysia, November, 2018, pp. 27-28

22. ВТР-П-25-80. Departmental Construction Standards. Guidelines for Determining the Permissible Non-Erosion Velocities of Water Flow for Different Soils in Channel Design. Date of introduction 1981-06-01 Approved by the order of the Ministry of Land Reclamation and Water Resources of the USSR on December 4, 1980, N409.

Об авторе

Валентин Борисович Жезмер, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией безопасности ГТС; SPIN-код: 3974-7933; AuthorID: 897093; //orcid.org/0000-0003-2889-5638; v1532133@yandex.ru

About the author

Valentin B. Zhezmer, candidate of agricultural sciences, leading researcher, head of the laboratory of safety of hydraulic structures irrigation and drainage complex; SPIN-код: 3974-7933; AuthorID: 897093; //orcid.org/0000-0003-2889-5638 v1532133@yandex.ru

Критерии авторства / Authorship criteria

Жезмер В.Б. выполнил практические и теоретические исследования, на основании которых провел обобщение и написал рукопись. Жезмер В.Б. имеет на статью авторское право и несет ответственность за плагиат.

V.B. Zhezmer carried out practical and theoretical research, on the basis of which he generalized and wrote a manuscript. Zhezmer V.B. has copyright on the article and is responsible for plagiarism.

Поступила в редакцию / Received at the editorial office 12.03.2025

Поступила после рецензирования и доработки / Received after review and revision 12.05.2025

Принята к публикации / Accepted for publication 12.05.2025