

## Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-2-91-96>  
УДК 631.623:631.311.5

**Х.А. Абдулмажидов**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева (ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)  
127550, Россия, г. Москва,  
ул. Прянишникова, д. 19

\***Адрес для переписки:** hamzat72@mail.ru

**Конфликт интересов.** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Абдулмажидов Х.А. Очистка каналов мелиоративных систем с помощью машин с различными видами сменного рабочего оборудования. *Овощи России*. 2023;(2):91-96. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-2-91-96>

**Поступила в редакцию:** 24.01.2023

**Принята к печати:** 14.03.2023

**Опубликована:** 03.04.2023

**Khamzat A. Abdulmashidov**

Russian State Agrarian University – Moscow  
Timiryazev Agricultural Academy  
19, Pryanishnikov Str., Moscow, 127550,  
Russian Federation

\***Correspondence:** hamzat72@mail.ru

**Conflict of interest:** The author declare that they have no conflict of interest.

**For citations:** Abdulmashidov Kh.A. Cleaning the canals of reclaim systems with the help machines with various types of interchangeable working equipment. *Vegetable crops of Russia*. 2023;(2):91-96. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-2-91-96>

**Received:** 24.01.2023

**Accepted for publication:** 14.03.2023

**Published:** 03.04.2023

# Очистка каналов мелиоративных систем с помощью машин с различными видами сменного рабочего оборудования



## Резюме

**Актуальность.** В статье описаны зоны с тем или иным преимущественным видом мелиорации в зависимости от территориального расположения мелиорируемых земель, дана краткая классификация каналов по конструктивным особенностям, формой сечения, пропускной способности и технико-эксплуатационным характеристикам. Каналы являются основными элементами мелиоративных систем. Обеспечение качественной работы каналов с требуемой пропускной способностью гарантирует эффективную работу всей мелиоративной системы. Даны характерные деформации каналов возникающие в процессе эксплуатации, а также факторы, влияющие на пропускную способность каналов такие как появление наносов, заиления и травяной растительности, рост кустарника и мелких деревьев. Представлены каналоочистительные машины, применяемые на каналах мелиоративных систем при очистительных и восстановительных работах, описаны их конструктивные особенности для очистки каналов различных типов и поперечных сечений. Описаны каналоочистители, относящиеся по режиму работы как к машинам периодического, так и непрерывного действия, которые наиболее эффективно и качественно выполняют очистку дна и откосов каналов различных мелиоративных систем. В статье также представлено пояснение повышения эффективности очистки каналов и последующая качественная работы мелиоративной системы в случае использования различных комплексов каналоочистительных машин, включающих в себя разнообразные машины с разными рабочими органами, типоразмерами и количеством. Выбор количества машин напрямую связан с технико-экономическими показателями: применение большого количества машин возможно окажется экономически нецелесообразным, а использование минимального количества машин не обеспечит требуемую очистку. Таким образом, важно выбрать оптимальное количество машин различных типоразмеров, формирующих отдельный комплекс. **Ключевые слова:** мелиоративные каналы, осушители, наносы, заиления, растительность в каналах, очистка каналов.

## Cleaning the canals of reclaim systems with the help machines with various types of interchangeable working equipment

### Abstract

**Relevance.** The article describes zones with one or another predominant type of melioration depending on the territorial location of the reclaimed lands, a brief classification of channels is given according to design features, cross-sectional shape, throughput capacity and technical and operational characteristics. Channels are the main elements of reclamation systems. Ensuring high-quality operation of channels with the required bandwidth guarantees the efficient operation of the entire reclamation system. Characteristic canal deformations that occur during operation are given, as well as factors affecting the throughput of canals, such as the appearance of sediment, silting and grass vegetation, the growth of shrubs and small trees. The article presents sewer cleaning machines used on canals of reclamation systems during cleaning and restoration work, describes their design features for cleaning canals of various types and cross sections. Canal cleaners are described, which, according to the mode of operation, are both intermittent and continuous machines, which most effectively and efficiently clean the bottom and slopes of channels of various reclamation systems. The article also provides an explanation of the increase in the efficiency of canal cleaning and the subsequent high-quality work of the reclamation system in the case of using various complexes of sewer cleaning machines, including a variety of machines with different working bodies, sizes and quantities. The choice of the number of machines is directly related to technical and economic indicators: the use of a large number of machines may not be economically feasible, and the use of a minimum number of machines will not provide the re-quired cleaning. Thus, it is important to choose the optimal number of machines of various sizes that form a separate complex.

**Keywords:** reclamation canals, dryers, sediments, silting, vegetation in canals, canal cleaning

### Введение

Территорию Российской Федерации с точки зрения проведения мелиоративных работ можно условно разделить на две зоны: зона осушения и зона орошения. К зоне осушения можно отнести территории с избытком заболоченных районов, требующих сезонного удаления избытков влаги со строгим соблюдением требуемого водного режима, это преимущественно «северные» территории (европейская часть): Центральный федеральный округ, Северо-Западный федеральный округ и Приволжский федеральный округ. К зоне орошения относятся южные территории, преимущественно регионы Южного федерального округа и Республики Северо-Кавказского федерального округа со Ставропольским краем. Следует отметить, что некоторые регионы страны относятся к зонам рискованного земледелия, это примерно 70% территорий.

В некоторых регионах может осуществляться как осушение, так и орошение, часто это связано с сезонно-климатическими условиями. В паводковый период излишки воды необходимо сбрасывать, а в период засухи, наоборот, влагу необходимо сохранить. В таких случаях применяется система двойного регулирования. Для осушения территорий и для орошения сельскохозяйственных земель используются различные методы с разными элементами перемещения воды, такие как дренажные системы, капельное орошение и т.д. Применение открытых каналов для проведения осушительных мелиораций на сельскохозяйственных землях в некотором смысле имеет определенный недостаток, заключающийся в уменьшении площади, используемой под сельскохозяйственные угодья. Во избежание таких проблем на мелиоративных системах используют закрытый дренаж. Однако основным элементом для удаления влаги на осушительных системах и для подвода большого количества воды на оросительных системах в настоящее время все еще остаются каналы [1, 2, 3].

Обычно поперечный профиль канала имеет форму трапеции. Оросительные каналы имеют сравнительно большую пропускную способность, чем осушительные каналы. Естественными осушительными каналами являются небольшие реки. Конструкция каналов зависит от объема воды, перемещаемого за единицу времени; типа грунта, в котором построен канал; предназначения канала и его формированием на данной конкретной территории; геометрических параметров рабочих органов, с помощью которых прокладывается канал. Кроме каналов трапециевидного сечения существуют и каналы параболического сечения, форма которых наиболее близка к поперечному профилю естественных осушителей, т.е. рек.

Осушительные каналы могут быть в земляном теле с закрепленным дном и незакрепленным дном. Каналы с закрепленным дном составляют лишь незначительную часть.

При проектировании мелиоративных систем соблюдается последовательное командное формирование, при котором уровень воды старшего порядка выше, чем уровня младшего порядка.

### Цель и задачи исследования

Цель исследования заключается в анализе комплексов мелиоративных каналоочистителей с различными рабочими органами и определении наиболее оптимального из них. Для достижения данной цели решены задачи по определению: естественно-производственных условий эксплуатации мелиоративных систем; конструктивных характеристик профилей мелиоративных каналов; изменений проектных размеров каналов в процессе эксплуатации; характеристик технико-эксплуатационных показателей каналоочистительных машин; характеристик ведущей машины комплекса – каналоочистителя, наиболее качественно выполняющего операцию по очистке с соблюдением требуемого уклона дна канала; наиболее оптимального комплекса машин с точки зрения производительности.

### Методы исследования

В настоящей статье представлены материалы, полученные методами эмпирического исследования, как наблюдение, сравнение, измерение и моделирование систем по формированию комплексов каналоочистительных машин. Каналы в поперечном сечении имеют дно и откосы, в верхней части формируется берма, по которой могут перемещаться каналоочистительные машины. Каналы могут быть построены в выемке, а также в насыпи. Такой параметр как заложение откосов формируется в зависимости расхода воды и типа грунта, в котором прокладывается канал. В этом смысле каналы с трапециевидальным профилем по сравнению с параболическим наиболее удобны при подборе типа рабочего органа для проведения очистных работ.

В процессе эксплуатации мелиоративных каналов наблюдается изменение первоначального конструктивного профиля, связанного с появлением наносов, заиления, растительности и мелкого кустарника. Обычно при проектировании рабочего оборудования каналоочистительных машин так же, как и каналокопателей, основным параметром принимается глубина канала. Однако исследования состояния осушительных каналов показывают, что часто распределение наносов и заиления по длине каналов крайне неравномерно. В таких случаях основным параметром для проектирования рабочих органов становится толщина наносов, при эксплуатации каналов в течение 2-3 лет этот показатель может быть равным 0,15...0,25 м.

Основными причинами деформации и нарушения пропускной способности оросительных каналов особенно в начальный период эксплуатации являются размывы, заиления и зарастание; влияние низких температур особенно в глинистых грунтах; дополнительные нагрузки от кавальеров и просадка грунта (к просадочным относятся лессовые грунты, наиболее распространенные в Средней Азии).

### Результаты и обсуждение

Существуют каналоочистительные машины, различающиеся по режиму работы – на машины периодического и непрерывного действия; по виду рабочего органа – с пассивным и активным рабочим органом, по приводу рабочего оборудования – гидравлические и канатно-блочные. Рабочее оборудование неполноповоротное или полноповоротное, может быть установлено

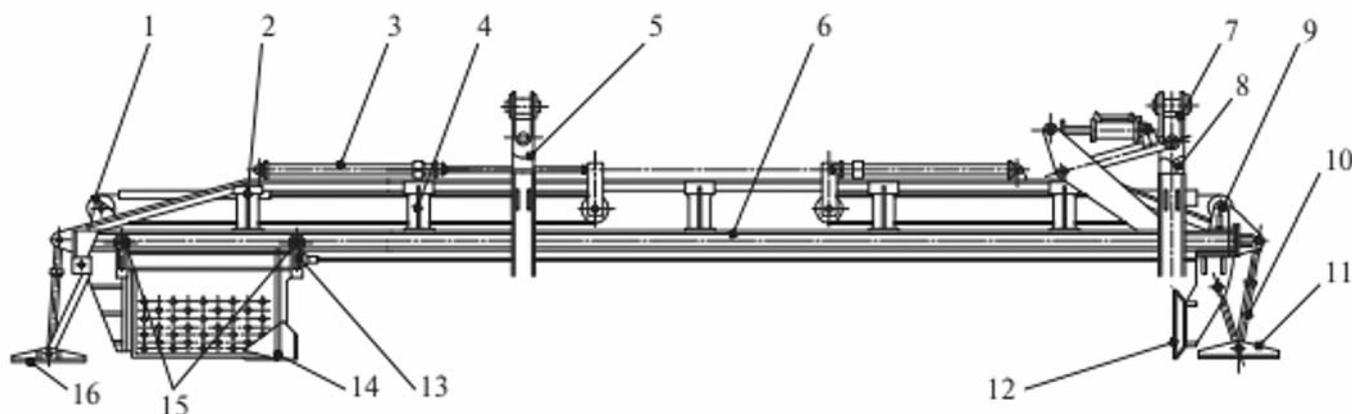


**Рис. 1. Каналоочиститель с ковшом на жестких направляющих**  
**Fig. 1. Canal cleaner with a bucket on rigid guides**

гусеничное ходовое устройство. Применение пневмоколесного ходового устройства с задним неполноповоротным рабочим оборудованием при очистке каналов малоэффективно. Наиболее эффективны с точки зрения технологии проводимых очистных работ гусеничные каналоочистительные машины с полноповоротным рабочим оборудованием. В качестве рабочего органа каналоочистителей непрерывного действия обычно применяются фрезерные и роторные конструкции. Такие машины обладают высокой производительностью и в настоящее время они востребованы.

Недостатком таких машин является невозможность обеспечения вращающимся рабочим органом первоначальных геометрических размеров канала [4, 5, 6].

К каналоочистительным машинам периодического действия относятся ковшовые каналоочистители. Они представлены машинами, работающими с бермы канала, а также внутриканальными, движущимися по оси канала. Каналоочистители периодического действия несколько уступают каналоочистителям непрерывного действия в производительности, но обладают высоким качеством работ. Особенно в этом смысле выделяется



**Рис. 2. Рабочее оборудование с продольным по оси канала движением ковша: 1, 2, 9 - концевые блоки; 3, 7 - гидроцилиндры передвижения ковша; 4 - рама рабочего оборудования; 5, 8 - передний и задний телескопы стрелы; 6 - направляющие балки; 10 - винтовая штанга; 11 - передняя подвижная опора; 12 - упорный щит; 13 - траверса; 14 - рабочий орган (ковш); 15 - роликовые опоры траверсы; 16 - задняя подвижная опора**  
**Fig. 2. Working equipment with bucket movement longitudinal along the channel axis: 1, 2, 9 - end blocks; 3, 7 - bucket movement hydraulic cylinders; 4 - frame of working equipment; 5, 8 - front and rear boom telescopes; 6 - guide beams; 10 - screw rod; 11 - front movable support; 12 - thrust shield; 13 - traverse; 14 - working body (bucket); 15 - roller bearings of the traverse; 16 - rear movable support**

каналоочиститель с ковшом на жесткой направляющей, который обеспечивает высокое качество очистных работ на каналах как с закрепленным дном, так и незакрепленным (рис. 1).

Эта машина с боковой навеской рабочего оборудования работает позиционно с бермы. Рабочее оборудование представляет собой навесную составную телескопическую стрелу, на конце которой навешена направляющая конструкция для ковша (рис. 2). Ковш перемещается по направляющим, представляющим собой два швеллера, посредством гидроцилиндров и скоростного четырехкратного полиспафта [7].

Каналоочиститель – русловой ремонтер, выполняет заданный технологический процесс по очистке канала, очищая дно каналов от наносов глубиной до 3 м и шириной по дну до 0,8 м. Зафиксирован широкий диапазон естественного фона, на котором может работать каналоочиститель. Машина надежно очищает каналы с толщиной наносов от 0,05 до 0,25 м. Наличие воды в канале, а также вид наносов и грунтовые условия не оказывают существенного влияния на качество очистки. Технологический процесс обеспечивает не только очистку дна от наносов, но и удаление донной растительности с разрушением ее корневой системы.

Производительность каналоочистителя с ковшом на жестких направляющих [м<sup>3</sup>/ч] как для машины периодического действия определяется по формуле:

$$P=q \cdot n$$

где  $q$  – вместимость ковша, м<sup>3</sup>;

$n$  – число циклов в час,

$$n = \frac{3600}{T_{\text{ц}}} = \frac{3600}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4},$$

где  $T_{\text{ц}}$  – продолжительность цикла,  $t_1, t_2, t_3, t_4$  – соответственно продолжительности [с] движения ковша при копании, продолжительность подъема и выгрузки ковша, продолжительность передвижения машины на новую позицию, продолжительность опускания ковша в канал.

Продолжительность цикла в зависимости от глубины канала может быть в пределах от 40 до 55 сек. Производительность машины на очистке неукрепленных каналов с ковшом вместимостью 0,25 м<sup>3</sup> составляет 20-28 м<sup>3</sup>/ч или 200-400 м/ч.

В качестве ведущей машины комплекса, кроме каналоочистителя РР-303, можно рассматривать также очиститель каналов навесной ОКН-0,5, который представляет собой машину циклического действия. Данная машина снабжается расширенным ковшом поперечного копания и предназначена для очистки откосов каналов. Цикл работы машины при этом состоит из следующих операций: отрыв грунта от массива, подъем ковша с грунтом на требуемую высоту, поворот ковша в сторону бермы, разгрузка ковша и обратная подача ковша в забой.

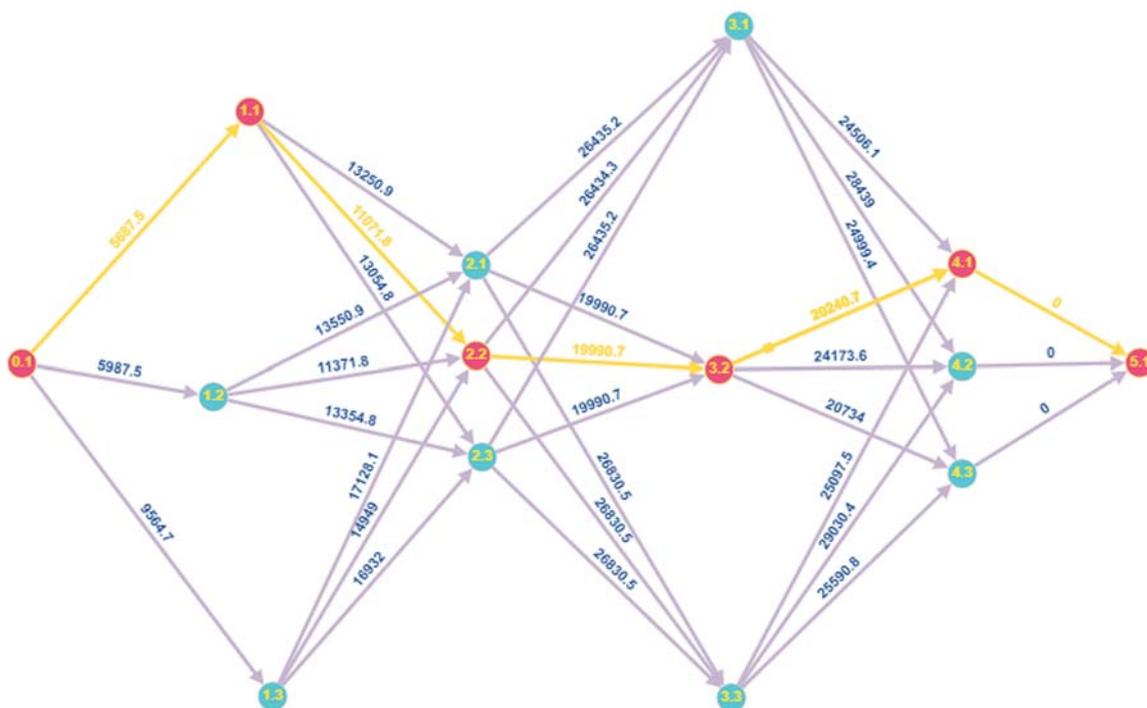
Кроме того, машина имеет сменный активный фрезерный рабочий орган. Производительность в этом случае определяется как произведение площади поперечного сечения снимаемой стружки на рабочую скорость машины. Однако применение активного рабочего органа для очистки дна каналов с закрепленными откосами приводит к разрушению элементов крепления. Сложности возникают также в обеспечении прямолинейного движения активного рабочего органа при осуществлении подачи базовой машины.

Очистка мелиоративных каналов не может быть произведена только лишь одним типоразмером машин определенного назначения. С учетом сопутствующих операций полная очистка каналов производится комплексом машин, содержащим машины различного назначения и определенного их количества. Содержание и количество машин одного комплекса определяется видами и последовательностью выполняемых операций.

К примеру, при капитальном ремонте каналов необходимо выполнить следующие операции: окашивание откосов, удаление наносов и растительности со дна и откосов, сбор и погрузка перемещенных со дна на берму наносов, заилений и растительности в транспортное средство. В соответствии с перечисленными видами работ комплекс может содержать каналоокашивающую машину, каналоочиститель, бульдозер, экскаватор и самосвал. Функции бульдозера и экскаватора может выполнять пневмоколесный экскаватор с рабочим оборудованием обратная лопата и бульдозерным отвалом.

Таким образом, в зависимости от типов и типоразмеров машин может быть сформировано большое количество комплексов машин по очистке каналов. Можно предположить, что представленные операции могут быть выполнены одним из трех комплексов с определенными машинами: 1. Каналоочиститель РР-303, экскаватор ЭО-3322, погрузчик на базе трактора МТЗ-82, самосвал ГАЗ-33098; 2. Каналоочиститель ОКН-0,5, каналоокашивающая машина КМ-82, экскаватор ЭО-2621, самосвал КамАЗ-43255; 3. Каналоочиститель МР-16, экскаватора ЕК-14, погрузчик ТО-18, самосвал ЗИЛ-5301. Задача в этом случае заключается в определении наиболее оптимального комплекса. Для решения данной задачи можно использовать алгоритм на графах, предложенный голландским ученым Дейкстрой [8, 9, 10]. Изначально алгоритм использовался для нахождения кратчайшего пути от одной из вершин графа до всех остальных. Если в проводимом исследовании по выбору оптимального комплекса применить алгоритм Дейкстры и заменить «нахождение кратчайшего пути» на «определение комплекса с минимальными энергетическими затратами», то можно вывести граф с оптимальным комплексом.

Экономическая оценка использования различных комплексов путем энергетического анализа работы машины в условиях меняющейся из года в год ценовой политики наиболее адекватно показывает расходы на производство тех или иных работ. Энергозатраты по сравнению с финансовыми не



**Рис. 3. Сетевой граф возможных комплексов машин с результатами расчёта по приведённым затратам и выбором оптимального варианта**  
**Fig. 3. Network graph of possible complexes of machines with the results of the calculation for the reduced costs and the choice of the optimal variant**

зависят от цен, поэтому их можно рассматривать в качестве наиболее постоянного фактора при выборе машин. При оценке экономической эффективности от использования машин, сущность которой заключается в сравнении экономических показателей существующей базовой системы с предлагаемой новой системой, экономические затраты можно полностью заменить энергетическими затратами [10, 11].

Полные энергозатраты на проведение технологической операции (или работы машины)  $\mathcal{E}_n$ , МДж/га, определяются по формуле:

$$\mathcal{E}_n = \sum_j \mathcal{E}_{npj} + \sum_j \mathcal{E}_{oj},$$

где  $\mathcal{E}_{npj}$  – прямые удельные затраты энергии по  $j$ -ой выполняемой операции (или машине), МДж/га;

$\mathcal{E}_{oj}$  – затраты, осуществленные при использовании энергоносителей, МДж/га.

Прямые удельные затраты на выполнение  $j$ -ой технологической операции (или машине) можно определить по формуле [10, 11]:

$$\mathcal{E}_{npj} = \sum_k q_{kj} e_k$$

где  $q_{kj}$  – норма расхода энергоносителей  $k$ -го вида, используемых при выполнении технологического процесса (или для работы машины) на единицу объема работы, кг/га;

$e_k$  – энергосодержание  $k$ -го энергоносителя, МДж.

Норма расхода энергоносителей (топлива) за 1 маш.-ч работы  $q_{kj}$ , кг/маш.-ч, определена согласно Своду правил по проектированию и строительству СП12-102-2001.

На рисунке 3 представлен граф, выполненный на основе энергетических затрат машин различных вариантов.

Желтыми стрелками указаны наименьшие энергетические затраты машин из представленного перечня по трем каналоочистительным комплексам на соответствующих участках выполнения работ.

### Выводы

По полученному графу оптимальный комплекс, выбранный на основе минимальных энергетических затрат для выполнения конкретной операции очистки мелиоративного канала, включает в себя каналоочиститель РР-303, каналоокашивающую машину КМ-82, экскаватор ЭО-2621 и самосвал ГАЗ-33098.

Основной задачей для качественной очистки каналов является определение наиболее оптимального комплекса. Решить такую задачу необходимо, учитывая системный подход и с учетом одного наиболее важного критерия. При очистке каналов наиболее важными критериями является качество очистки каналов с минимальными энергетическими затратами, обеспечивающее полное функционирование мелиоративной системы. Немаловажным являются и технико-экономические и технико-эксплуатационные показатели. Одним из способов решения проблемы выбора наиболее оптимального комплекса каналоочистительных машин является использование алгоритма Дейкстры.

**Об авторе:**

**Хамзат Арсланбекович Абдулмажидов** – кандидат технических наук, доцент кафедры «Организации и технологий гидромелиоративных и строительных работ» Института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, адрес для переписки: hamzat72@mail.ru

**About the Author:**

**Khamzat A. Abdulmashidov** – Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor of the Department of Reclamation and Construction Machinery of the Institute of Reclamation, Water Management and Construction named after A.N. Kostyakov, (Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy), Correspondence, hamzat72@mail.ru

## • Литература

1. Апатенко А.С. Современные тенденции развития технического потенциала мелиорации земель. *Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина"*. 2013;2(58):23-25.
2. Кизяев Б.М., Мартынова Н.Б. Реализация научных проектов в сфере развития мелиоративного комплекса России. *Природообустройство*. 2015;(5):13-17.
3. Соловьев Д.А., Горюнов Д.Г., Анисимов С.А. Состояние оросительных каналов и пути повышения качества их содержания на примере Саратовской области. Исследования в строительстве, теплогазоснабжении и энергообеспечении: *Материалы международной научно-практической конференции*, Саратов, 17–18 ноября 2016 года / Под редакцией Ф.К. Абдразакова. Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2016. С. 265-272.
4. Орлов Б.Н., Карапетян М.А., Абдулмажидов Х.А. Исследования износа рабочих элементов машин и технологического оборудования. *Тракторы и сельхозмашины*. 2014;(2):36-38.
5. Абдулмажидов Х.А., Мочунова Н.А. Аналитическая модель системы управления скоростью движения ковша каналоочистительной машины. *Строительные и дорожные машины*. 2014;(9):13-15.
6. Карапетян М.Л., Абдулмажидов Х.Л. Теоретическое исследование динамики рабочего органа каналоочистителя РР-303. *Природообустройство*. 2015(2):78-80.
7. Абдулмажидов Х.А. Комплексное применение каналоочистительных машин. *Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина"*. 2013;3(59):28-32.
8. Абдразаков Ф.К., Соловьев Д.А., Горюнов Д.Г., Анисимов С.А. Исследования работы машин для очистки мелиоративных каналов и водоемов противопожарного назначения от древесно-кустарниковой растительности. *Строительные и дорожные машины*. 2014;(7):14-20.
9. Абдразаков Ф.К., Соловьев Д.А., Горюнов Д.Г., Анисимов С.А. Полевые исследования машин для очистки мелиоративных каналов и водоемов противопожарного назначения от древесно-кустарниковой растительности. *Аграрный научный журнал*. 2014;(12):51-55.
10. Абдразаков Ф.К., Соловьев Д.А., Горюнов Д.Г., Анисимов С.А. Экономико-энергетическая оценка эффективности технологии и технических средств для очистки мелиоративных каналов и водоемов противопожарного назначения. *Аграрный научный журнал*. 2014;(9):31-35.
11. Абдулмажидов Х.А. Выбор оптимального состава комплекса машин для очистки осушительного канала мелиоративной сети. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*. 2022;1(65):391-399. DOI 10.32786/2071-9485-2022-01-38.

## • References

1. Apatenko A.S. Modern trends in the development of the technical potential of land reclamation. *Bulletin of the Federal State Educational Institution of Higher Professional Education "Moscow State Agroengineering University named after V.P. Goryachkin"*. 2013;2(58):23-25. (In Russ.)
2. Kizyaev B.M., Martynova N.B. Implementation of scientific projects in the field of development of the meliorative complex of Russia. *Prirodoobustroystvo*. 2015;(5):13-17. (In Russ.)
3. Soloviev D.A., Goryunov D.G., Anisimov S.A. The state of irrigation canals and ways to improve the quality of their maintenance on the example of the Saratov region. Research in construction, heat and gas supply and energy supply: *Proceedings of the international scientific and practical conference*, Saratov, November 17–18, 2016 / Edited by F.K. Abdrazakov. - Saratov: Saratov State Agrarian University. N.I. Vavilova, 2016. P. 265-272. (In Russ.)
4. Orlov B.N., Karapetyan M.A., Abdulmashidov Kh.A. Studies of the wear of working elements of machines and technological equipment. *Tractors and agricultural machines*. 2014;(2):36-38. (In Russ.)
5. Abdulmashidov Kh.A., Mochunova N.A. Analytical model of the speed control system for the bucket of a sewer cleaning machine. *Construction and road machines*. 2014;(9):13-15. (In Russ.)
6. Karapetyan M.L., Abdulmashidov Kh.L. Theoretical study of the dynamics of the working body of the RR-303 sewer cleaner. *Prirodoobustroystvo*. 2015(2):78-80. (In Russ.)
7. Abdulmashidov Kh.A. Complex application of sewer cleaning machines. *Bulletin of the Federal State Educational Institution of Higher Professional Education "Moscow State Agroengineering University named after V.P. Goryachkin"*. 2013;3(59):28-32. (In Russ.)
8. Abdrazakov F.K., Soloviev D.A., Goryunov D.G., Anisimov S.A. Research into the operation of machines for cleaning reclamation canals and fire-fighting reservoirs from trees and shrubs. *Construction and road machines*. 2014;(7):14-20. (In Russ.)
9. Abdrazakov F.K., Soloviev D.A., Goryunov D.G., Anisimov S.A. Field studies of machines for cleaning reclamation canals and fire-fighting water bodies from trees and shrubs. *Agrarian scientific journal*. 2014;(12):51-55. (In Russ.)
10. Abdrazakov F.K., Soloviev D.A., Goryunov D.G., Anisimov S.A. Economic and energy assessment of the effectiveness of technology and technical means for cleaning reclamation canals and reservoirs for firefighting purposes. *Agrarian scientific journal*. 2014;(9):31-35. (In Russ.)
11. Abdulmashidov Kh.A. The choice of the optimal composition of the complex of machines for cleaning the drainage channel of the reclamation network. *News of the Nizhnevolzhsky agrouniversity complex: Science and higher professional education*. 2022;1(65):391-399. DOI 10.32786/2071-9485-2022-01-38. (In Russ.)