

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-94-97>
УДК 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. Тимирязевская, д.49

*Автор для переписки: hamzat72@mail.ru

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Абдулмажидов Х.А. Принципы оптимизации состава комплекса машин для очистки и восстановления мелиоративных каналов. *Овощи России*. 2022;(3):94-97. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-94-97>

Поступила в редакцию: 03.03.2022

Принята к печати: 20.03.2022

Опубликована: 25.06.2022

Khamzat A. Abdulmashidov

Russian State Agrarian University – Moscow
Timiryazev Agricultural Academy
49, Timiryazevskaya Str.,
Moscow, 127550, Russia

*Corresponding author: hamzat72@mail.ru

Conflict of interest: The author declare no conflict of interest.

For citations: Abdulmashidov Kh.A. Principles for optimizing the composition of a complex of machines for cleaning and restoring reclamation canals. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(3):94-97. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-3-94-97>

Received: 03.03.2022

Accepted for publication: 20.03.2022

Published: 25.06.2022

Принципы оптимизации состава комплекса машин для очистки и восстановления мелиоративных каналов



Резюме

Статья посвящена принципам оптимизации состава комплекса машин для очистки мелиоративных каналов осушительной сети. основополагающими исходными документами при определении состава комплекса машин для производства эксплуатационных, ремонтных и восстановительных работ являются технологические карты на проведение ремонтных мероприятий по восстановлению мелиоративных каналов осушительной системы. Технологические карты формируются с учетом требований к элементам осушительной системы, обусловленных конкретными условиями зоны экономических районов, естественными и производственными характеристиками мелиоративных объектов.

Ключевые слова: мелиоративные каналы, очистка каналов, каналоочистительные комплексы, формирование комплексов каналоочистителей, производительность каналоочистителей, каналоочиститель с ковшом на жестких направляющих.

Principles for optimizing the composition of a complex of machines for cleaning and restoring reclamation canals

Abstract

The article is devoted to the principles of optimizing the composition of the complex of machines for cleaning the reclamation channels of the drainage network. The fundamental initial documents in determining the composition of the complex of machines for the production of operational, repair and restoration works are technological maps for carrying out repair measures to restore the reclamation channels of the drainage system. Technological maps are formed taking into account the requirements for the elements of the drainage system, due to the specific conditions of the zone of economic regions, the natural and production characteristics of reclamation facilities.

Keywords: irrigation engineering, canal cleaning, canal cleaning complexes, formation of canal cleaner complexes, productivity of canal cleaners, channel cleaner with bucket on rigid guides

Условия восстановления и ремонта изменяются в зависимости от технического состояния объектов на мелиоративных системах. Здесь возможны несколько вариантов – разрядов оценки условий. Первый разряд подразумевает наличие систем в хорошем состоянии, ремонт и восстановление которых в данный момент не требуется; второй разряд – это осушительные системы, находящиеся в удовлетворительном состоянии, которые требуют частичного ремонта и восстановления; третий разряд подразумевает наличие систем, состояние которых ниже удовлетворительного, требующие проведения значительных ремонтных и восстановительных работ; к четвертому разряду относятся системы в плохом состоянии, на которых не проводились работы по уходу, и, требующих проведения капитальных ремонтов.

Комплекс машин для проведения ремонтных и восстановительных работ формируется с учетом выполнения максимального объема и видов работ. Очевидно, что большое количество машин различного назначения в одном комплексе могут за коротких промежутков времени выполнить все работы по ремонту, однако, работы по ремонту, восстановлению и очистке каналов требуют логически последовательного их проведения. В то же время не все мелиоративные хозяйства, независимо от формы собственности, в состоянии содержать большое число машин того или иного назначения. Поэтому число машин в одном комплексе сводится к минимуму [1, 2, 3, 4, 5].

Несмотря на меньшие объемы работ, по сравнению со строительством мелиоративных каналов, очистка и восстановление их после длительной эксплуатации также требуют экономически целесообразного планирования и формирования оптимального состава комплекса машин способного в короткие сроки качественно проводить все работы [6, 7, 8, 9, 10].

Методика формирования состава комплекса машин для очистки и восстановления мелиоративных каналов включает в себя следующие пункты:

- подготовка исходных данных для расчета состава комплекса машин, к которым относятся характеристика объекта мелиоративной системы – канала, объемы работ по очистке и ремонту канала, сезоны и сроки проведения очистных работ;
- формирование технологических карт по всем видам работ в соответствии с существующими агро мелиоративными требованиями, сроками выполнения работ и способами проведения ремонтно-восстановительных и очистных работ;
- исходя из сформированных технологических карт составляется график логического и последовательного применения комплекса машин, определяется число и состав комплекса машин, выясняется потребность в количестве работников;
- проводится расчет экономической эффективности использования запланированного состава комплекса машин по видам;
- в зависимости от числа и видов требуемых машин, с учетом состояния уже имеющегося технического парка формируется план приобретения новых машин или аренды сменного рабочего оборудования;
- определяется соотношение видов и количества машин, имеющихся на балансе мелиоративного хозяйства, а также принятых из других хозяйств на договорной основе.

В процессе длительной эксплуатации мелиоративных каналов осушительной сети наблюдается изменение их начального (проектного) профиля, деформируются откосы, на дне и нижних частях откосов появляются наносы и заиления. Все это приводит к уменьшению площади поперечного сечения канала, соответственно пропускная способность также уменьшается.

В зависимости от характера и масштабов деформации сечения для восстановления профиля канала используются общестроительные (землеройно-транспортные машины и экскаваторы) и специальные мелиоративные экскаваторы-планировщики откосов с активными и пассивными рабочими органами. На профилировочных и планировочных работах элементов и земляных сооружений мелиоративных систем, внутрихозяйственных и межхозяйственных каналов могут быть использованы в виде боковой навески профилировочные и планировочные пассивные рабочие органы. Здесь необходимо учитывать, что при больших толщинах срезаемого слоя грунта пассивным широкозахватным отвальным рабочим органом наблюдаются значительные тяговые сопротивления, которые уведут машины с курса движения. В некоторых конструкциях машин для обеспечения устойчивого курса движения по берме использовались вертикальные ножи.

Толщина срезаемого слоя грунта при которой возможна работа без увода машины определяется по формуле:

$$C = \frac{\Pi_T \left(\frac{L_K}{V_{np}} + t_n + t_o \right)}{60 L_K B_n} \text{ м,}$$

- где C – толщина срезаемого слоя грунта, м;
 L_K – длина участка профилируемого канала, м;
 B_n – длина срезаемого слоя (ширина захвата) или периметра поперечного сечения, м;
 Π_T – техническая производительность профилировщика, м³/ч;
 v_{np} – рабочая скорость профилировщика, м/мин;
 $t_n + t_o$ – время установки рабочего органа (подъем и опускание), мин.

Для каналоокашивающих машин важной характеристикой является ширина захвата косилки, которую можно определить по формуле

$$B_c = \frac{\Pi_T n_{п}}{0,06 v_{км}} \text{ м,}$$

- где Π_T – техническая производительность каналоокашивающей машины, га/ч;
 $v_{км}$ – скорость окашивания, м/мин;
 $n_{п}$ – количество повторных проходов по одному месту.

Операции по очистке каналов от наносов можно выполнять как машинами непрерывного действия, так и машинами периодического действия. Машины непрерывного действия более производительны. Машины циклического действия в основном применяются в случаях, когда условия не позволяют использовать каналоочистители непрерывного действия. В зависимости от условий проходимости по берме и устойчивости работы выбираются каналоочистители береговые с консольным рабочим органом; седлающие, движущиеся по обеим бермам канала; внутриканальные, движущиеся внутри сечения канала от откосам [11, 12, 13, 14, 15].

Для машин непрерывного действия (многоковшовых) используемых для очистки дна и откосов каналов от наносов важной характеристикой становится объем грунта, разрабатываемого ковшем. Этот показатель можно определить по формуле:

$$V_0 = \frac{П_T \alpha}{0,0036 v_c i_{кц}}$$

где V_0 – объем грунта, разрабатываемого ковшем, см³;
 $П_T$ – техническая производительность каналоочистителя, м³/ч;
 v_c – скорость ковшовой цепи, см/с;
 α – шаг ковшей, см;
 $i_{кц}$ – количество одновременно работающих ковшовой цепи.

Для очистки оросительных и осушительных каналов применимы современные модификации фрезерного каналоочистителя МР-7 с рабочим органом, представляющим фрезу с осью вращения, параллельной оси дна канала, устанавливаемую на стрелу, консольно соединенную с рамой трактора тягового класса 30 кН. Кроме того, в рабочем оборудовании данного каналоочистителя имеется бульдозерный отвал. Наиболее важной характеристикой для такого вида каналоочистителей является площадь поперечного сечения S участка, разрабатываемого за один проход, которую можно определить по формуле:

$$S = \frac{П_T}{60 v_k}, \text{ м}^2$$

где $П_T$ – техническая производительность фрезерного каналоочистителя, м³/ч;
 v_k – рабочая скорость каналоочистителя, м/мин.

Несмотря на то, что каналоочистители непрерывного действия более производительны, все же машины периодического действия находят широкое применение, зачастую для очистки каналов от наносов применяются общестроительные одноковшовые экскаваторы с усовершенствованными ковшами для работы на каналах. Однако, для очистки дна каналов с закрепленными откосами нельзя применять ни каналоочистители с активным рабочим органом, ни общестроительные одноковшовые экскаваторы. Применение таких машин может привести к разрушению крепленых откосов. В этом случае работы по очистке дна каналов от наносов можно выполнять с помощью каналоочистителя РР-303 (русловой ремонтёр). Конструктивная особенность данного каналоочистителя заключается в том, что при разработке грунта и наносов ковш движется строго прямолинейно параллельно оси канала на жестких направляющих. Такая конструкция обеспечивает строго прямолинейное движение ковша и соответственно высокое качество работ. Техническую производительность такой машины можно определить по формуле:

$$П_T = \frac{3600 q k_H}{k_p T_u}$$

где q – геометрическая вместимость ковша каналоочистителя, м³;
 k_H – коэффициент наполнения ковша, $k_H = \frac{q_1}{q}$,

(q_1 – объем рыхлого грунта, наносов и заплывов в ковше, м³);
 k_p – коэффициент разрыхления грунта;
 T_u – продолжительность цикла, с, который включает в себя операции опускания ковша на дно канала, его движение по жестким направляющим с разработкой наносов, подъем ковша и его разгрузка, переезд каналоочистителя на новую позицию.

Формирование технологий использования комплексов для очистки и восстановления каналов выполняется с учетом действующих в данный момент агротехнических требований и количества работоспособных машин; существующих технологий удаления древесно-кустарниковой растительности; выбора композиционных составов, применяемых для ремонта повреждений на каналах; определения противопаводковых мероприятий по мелиоративным каналам; перспектив использования данных дистанционного зондирования в оценке состояния мелиоративных систем; состояния мелиорированных земель, находящихся в составе лесного фонда [16, 17, 18, 19, 20].

Состав комплекса машин для очистки каналов рассчитывается по существующим в мелиоводхозах нормам выработки. Очевидно, что не во все сезоны можно проводить ремонтные работы, поэтому важной составляющей процесса очистки и восстановления мелиоративных каналов является такой показатель как сроки проведения. Этот показатель можно определить по формуле:

$$D = \frac{O_p}{П_M W_D}$$

где D – срок работы по агро мелиоративным требованиям в днях;
 O_p – объем работы, м³, га, т, маш.-ч, погонный метр;
 $П_M$ – количество машин;
 W_D – дневная выработка машины, м³, га, т, маш.-ч, погонный метр.

Количество работников, обеспечивающих процесс очистки определяется на основании опыта проведения таких работ в хозяйстве. Для определения таких характеристик по вновь поступившим машинам отталкиваются от данных каталогов, справочников и типовых технологических карт. Затраты труда на выполнение того или иного вида работ определяются умножением количества работников (русловой ремонтёров) на количество часов использования машины.

В свою очередь нужно отметить, что при принятом в РФ 8-ми часовом рабочем дне количество часов работы машины в смену определяется с учетом коэффициента использования машины по времени K_B . Этот коэффициент всегда меньше единицы, и, для большинства строительных и мелиоративных машин он находится в пределах от 0,65 до 0,85. Если, к примеру, для каналоочистителя $K_B = 0,65$ - это означает, что данная машина в течение смены работает всего 5,2 часа.

Когда объемы работ в хозяйствах значительны и смена рабочего оборудования базовых машин, используемых для разных задач, не позволяет в полной мере проводить работы, то хозяйство вынуждено приобрести машины. Срок окупаемости в этом случае следует рассчитать по формуле:

$$T_r = \frac{A + A_{ост}}{Э_г}$$

где T_r – период окупаемости в годах;
 $Э$ – экономия затрат на выполнение единицы работ новой машиной по сравнению со старой, руб.;
 A – балансовая стоимость новой машины, руб.;
 $A_{ост}$ – остаточная (непогащенные амортизационные отчисления) стоимость выбравшейся машины, руб.

Эффективность универсальных машин определяется не на одной, а на всех видах работ в соответствии со сменными видами рабочего оборудования. Количество машин одного комплекса для запланированного объема ремонтных и очистных работ определяется на основании графика использования всех видов машин, сформированного по данным технологических карт.

Экономическая оценка формирования состава комплекса, цель которой заключается в выявлении эффекта комплексной механизации ремонтных и очистительных мероприятий по мелиоративному хозяйству (мелиоводхозу) является одним из главных принципов выбора типов машин в рамках одного комплекса.

Выводы

Формирование оптимальных комплексов для очистки и восстановления мелиоративных каналов зависит от многих факто-

ров, в качестве основных из них можно рассматривать естественно-производственные условия эксплуатации мелиоративных систем и их основных элементов, технико-эксплуатационные и технико-экономические показатели каналоочистительных машин, конструктивные особенности тех или иных каналоочистителей, наличие в мелиоративных хозяйствах современных каналоочистительных машин и различных видов общестроительных экскаваторов.

Об авторе:

Хамзат Арсланбекович Абдулмажидов – кандидат технических наук, доцент кафедры «Мелиоративные и строительные машины» Института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, hamzat72@mail.ru

About the author:

Khamzat A. Abdumazhidov – Cand. Sci. (Engineering), Docent of the Department of Reclamation and Construction Machinery of the Institute of Reclamation, Water Management and Construction named after A.N. Kostyakov, hamzat72@mail.ru

• Литература

1. Абдулмажидов Х.А. Формирование оптимального состава комплексов машин на основе требований по содержанию мелиоративных каналов и технико-эксплуатационных показателей каналоочистителя. Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Материалы IV международной научно-практической конференции, Саратов, 29–30 мая 2018 года. Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2018. С.34–37.
2. Абдулмажидов Х.А. Применение комплексов машин для очистки осушительных каналов. Наземные транспортно-технологические комплексы и средства: Материалы Международной научно-технической конференции, Тюмень, 01 февраля 2018 года. Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2018. С.17–21.
3. Зиновцев А.А., Комов А.С., Петров А.С. Улучшение природных ландшафтов при реконструкции сооружений на мелиоративных каналах. Научные исследования и разработки в эпоху глобализации: Сборник статей Международной научно-практической конференции, Волгоград, 05 февраля 2017 года. Волгоград: Общество с ограниченной ответственностью "Астера", 2017. С.35–37.
4. Шевченко В.А., Бородычев В.В., Лытов М.Н. Варианты реконструкции гидромелиоративных систем на бывших мелиорированных длительно не используемых сельскохозяйственных землях. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2020;4(60):313–327. DOI 10.32786/2071-9485-2020-04-31.
5. Балакай Г.Т., Куприянова С.В. Техническое состояние мелиоративных систем России и предложения по их восстановлению. Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2020;1(77):5–9.
6. Малиюков С.В., Аксенов А.А., Малиюкова М.А. Анализ исследований фрезерно-металлических рабочих органов землеройных машин. Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2020;8(3(50)):222–226.
7. Ванюшин П.Н., Неведов А.В., Кузин А.В., Иванникова Н.А. Состояние и основные направления развития мелиорации земель сельскохозяйственного назначения в Рязанской области. Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2017;4(36):11–17.
8. Тищенко А.И. Пути решения проблемы борьбы с местными размытыми отводящего русла за гидротехническими сооружениями на каналах мелиоративной сети. Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2019;1(73):230–235.
9. Бойко В.С., Тимохин А.Ю., Якименко В.Н. Плодородие осушаемых земель Омской области. Современное состояние и проблемы рационального использования почв Сибири: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию образования кафедры почвоведения, Омск, 01–02 октября 2020 года. Омск: ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2020. С.75–81.
10. Миронов А.В., Апатенко А.С., Севрюгина Н.С., Ступин О.А. Аппаратные средства nivelирования при разработке и очистке мелиоративных каналов. Агроинженерия. 2021;5(105):36–41. DOI 10.26897/2687-1149-2021-5-36-41
11. Афанасий Л., Тохир У., Алланиязов С.У. К вопросу заилнения и очистки каналов мелиоративных систем. Итоги и перспективы развития агропромышленного комплекса: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, с. Солоное Займище, 21–22 мая 2020 года. с. Солоное Займище: ФГБНУ "Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук", 2020. С. 636–639. DOI 10.26150/PAFNC.2019.45.557-21-636-639
12. Грищенко В.В. Повышение экономической эффективности очистки мелиоративных каналов за счет изменения основных параметров режущего аппарата косилки. Вестник Южно-Российского государственного технического университета (НПИ). Серия: Социально-экономические науки. 2020;13(4):91–97. DOI 10.17213/2075-2067-2020-4-91-97
13. Русаненко К.Ю. Требование к оборудованию при очистке открытых каналов мелиоративных систем. Сборник работ выпускников факультета механизации сельского хозяйства: сборник научных статей, Ставрополь, 01–31 мая 2018 года. Ставрополь: Издательство "АГРУС", 2018. С.260–265.
14. Пунинский В.С. Совершенствование каналоочистительных машин для восстановления функционирования мелиоративной сети. Основные результаты научных исследований института за 2017 год: Сборник научных трудов. Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова, 2018. – С. 292–301.
15. Погодин Н.Н., Анженков А.С., Болышко В.А. Малозатратная технология очистки от заилнения приустевой части коллекторной сети и водопропускных сооружений. Мелиорация и водное хозяйство. 2018;4(4):43–46.
16. Абдразаков Ф.К., Чуркина К.И., Логашов Д.В. Анализ существующих технологий удаления древесно-кустарниковой растительности на оросительных каналах. Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАНХ и ИАНК академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., Рязань, 09 декабря 2020 года. Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. С.12–16.
17. Гарбуз А.Ю. Выбор композиционных составов, применяемых для ремонта повреждений на каналах. Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2021;1(81):37–43.
18. Кикот А.В., Левашов А.С. Противопаводковые мероприятия по мелиоративному каналу ТЖ-17 Неманского городского округа. Вестник науки и образования Северо-Запада России. 2018;4(4):50–58.
19. Дубенок Н.Н., Янко Ю.Г., Петрушин А.Ф., Калинин Р.В. Перспективы использования данных дистанционного зондирования в оценке состояния мелиоративных систем и эффективности использования мелиорированных земель. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019;16(3):96–104. DOI 10.21046/2070-7401-2019-16-3-96-104.
20. Москаленко Н.В., Булко Н.И., Толкачева Н.В. и др. К вопросу о состоянии мелиорированных земель, находящихся в составе лесного фонда. Вестник Гродненского государственного университета имени Янки Купалы. Серия 5. Экономика. Социология. Биология. 2020;10(1):125–132.

• References

1. Abdumazhidov Kh.A. Formation of the optimal composition of the complex of machines on the basis of requirements for the content of reclamation channels and technical and operational indicators of the canal cleaner. Innovations in environmental engineering and protection in emergency situations: Materials of the IV International Scientific and Practical Conference, Saratov, May 29–30, 2018. Saratov: Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, 2018. P.34–37. (In Russ.)
2. Abdumazhidov Kh.A. Application of complexes of machines for cleaning drainage channels. Ground transport and technological complexes and means: Materials of the International Scientific and Technical Conference, Tyumen, February 01, 2018. Executive Editor Sh.M. Merdanov. Tyumen: Tyumen Industrial University, 2018. P.17–21. (In Russ.)
3. Zinovets A.A., Komov A.S., Petrov A.S. Improvement of natural landscapes during the reconstruction of structures on reclamation canals. Scientific research and development in the era of globalization: Collection of articles of the International Scientific and Practical Conference, Volgograd, February 05, 2017 / Executive Editor Sukiasyan Asatur Albertovich. – Volgograd: Limited Liability Company "Aeterna", 2017. P.35–37. (In Russ.)
4. Shevchenko V.A., Borodychev V.V., Lytov M.N. Variants of reconstruction of hydromeliorative systems on the former reclamation of long-unused agricultural lands. Izvestiya Nizhnevolskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2020;4(60):313–327. (In Russ.) DOI 10.32786/2071-9485-2020-04-31
5. Balakai G.T., Kupriyanova S.V. Technical state of reclamation systems of Russia and proposals for their restoration. Ways to improve the efficiency of irrigated agriculture. 2020;1(77):5–9. (In Russ.)
6. Malyukov S.V., Aksenov A.A., Malyukova M.A. Analysis of studies of milling and throwing working bodies of earth-moving machines. Actual directions of scientific research of the XXI century: theory and practice. 2020;8(3(50)):222–226. (In Russ.)
7. Vanyushin P.N., Nefedov A.V., Ivannikova N.A. The state and main directions of development of land reclamation of agricultural purposes in the Ryzan region. Vestnik Ryzanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta named after P. A. Kostycheva. 2017;4(36):11–17. (In Russ.)
8. Tishchenko A.I. Ways of solving the problem of struggle with local washouts of the diverting channel behind the hydraulic structures on the canals of the reclamation network. Ways to improve the efficiency of irrigated agriculture. 2019;1(73):230–235. (In Russ.)
9. Boyko V.S., Timokhin A.Y., Yakimenko V.N. Fertility of the drained lands of the Omsk region. Modern state and problems of rational use of the soils of Siberia: Materials of the international scientific and practical conference dedicated to the 100th anniversary of the formation of the department of soil science, Omsk, October 01–02, 2020. Omsk: FSBOU VO Omsky GAU, 2020. P.75–81. (In Russ.)
10. Mironov A.V., Apatenko A.S., Sevryugina N.S., Stupin O.A. Hardware means of leveling in the development and cleaning of reclamation channels. Agroengineering. 2021;5(105):36–41. DOI 10.26897/2687-1149-2021-5-36-41. (In Russ.)
11. Afanasy L., Tohir U., Allaniyazov S.U. On the question of siltation and cleaning of channels of reclamation systems. Results and prospects for the development of the agro-industrial complex: Collection of materials of the International Scientific and Practical Conference, s. Solonoye Zaymishche, May 21–22, 2020. s. Solonoye Zaymishche: FGBNU "Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences", 2020. P.636–639. (In Russ.) DOI 10.26150/PAFNC.2019.45.557-21-636-639
12. Grishchenko V.V. Increasing the economic efficiency of cleaning reclamation channels due to changes in the main parameters of the cutting apparatus of the mower. Vestnik Yuzhno-Rossiiskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta (NPI). Series: Socio-economic sciences. 2020;13(4):91–97. (In Russ.) DOI 10.17213/2075-2067-2020-4-91-97
13. Rusanenko K.Y. Requirement for equipment in the cleaning of open channels of reclamation systems. Collection of works of graduates of the faculty of mechanization of agriculture: collection of scientific articles, Stavropol, 01–31 May 2018. Stavropol: Izdatelstvo "AGRUS", 2018. P.260–265.
14. Puninsky V.S. Improvement of channel cleaning machines for the restoration of the functioning of the reclamation network. The main results of scientific research of the institute for 2017: Collection of scientific works. Moscow: All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Melioration named after A.N. Kostyakov, 2018. P.292–301. (In Russ.)
15. Pogodin N.N., Anzhenkov A.S., Bolysheko V.A. Low-cost technology of cleaning from siltation of the mouth of the collector network and culverts. Melioration and water management. 2018;4(4):43–46. (In Russ.)
16. Abdrazakov F.K., Churkina K.I., Logashov D.V. Analysis of existing technologies for the removal of woody and shrubby vegetation on irrigation canals. Integrated approach to scientific and technical support of agriculture: Materials of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the memory of the corresponding member of the Russian Academy of Agricultural Sciences and NANCRA academician of the MAEP and RAVN Bochkarev Ya.V., Ryazan, December 09, 2020. Ryazan: Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, 2020. P.12–16. (In Russ.)
17. Garbuz A.Y. Selection of compositional compounds used to repair damage on canals. Ways to improve the efficiency of irrigated agriculture. 2021;1(81):37–43. (In Russ.)
18. Kikot A.V., Levashov A.S. Anti-flood measures on the reclamation channel TZH-17 Neman Urban Okrug. Vestnik nauki i obrazovanie Severo-Zapada Rossii. 2018;4(4):50–58. (In Russ.)
19. Dubenok N.N., Yanko Y.G., Petrushin A.F., Kalinichenko R.V. Prospects for the use of remote sensing data in assessing the state of reclamation systems and the effectiveness of the use of reclaimed lands. Modern problems of remote sensing of the Earth from space. 2019;16(3):96–104. (In Russ.) DOI 10.21046/2070-7401-2019-16-3-96-104.
20. Moskalenko N.V., Bulko N.I., Tolkacheva N.V. [et al.] To the question of the state of reclamation lands, which are part of the forest fund. Vestnik Grodenskogo gosudarstvennogo universiteta imeni Yanka Kupala. Episode 5. Economics. Sociology. Biology. 2020;10(1):125–132. (In Russ.)