

УДК 626.88

DOI: 10.31774/2658-7890-2020-3-98-109

О. А. Баев

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация

Е. О. Скляренко

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова – филиал Донского государственного аграрного университета, Новочеркасск, Российская Федерация

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ВОДОПРОНИЦАЕМОСТИ ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ КАНАЛОВ

Цель: анализ расчетов эффективности и водопроницаемости (методов определения потерь воды на фильтрацию) магистральных и распределительных каналов гидро-мелиоративных систем. **Материалы и методы.** Рассмотрены методы определения потерь воды на фильтрацию, основные из которых: расчетный, объемный, гидрометрический и метод фильтромеров. **Результаты.** Исследования и расчеты показывают, что наиболее эффективными являются грунтопленочные облицовки благодаря наименьшей повреждаемости пленочных экранов строительными механизмами. Наименее эффективны бетонные монолитные и железобетонные сборно-монолитные облицовки, что объясняется отсутствием в конструкции облицовки полимерного экрана, а также появлением трещин в облицовке и разгерметизацией швов. Для оценки фильтрационных потерь предложен метод изолированных отсеков. Вблизи канала создается изолированный измерительный отсек, выполняется подвод и сброс воды из оросительного канала. Измерительный отсек выполнен из водонепроницаемых перемычек. Проводятся замеры объема потерь воды в условиях установившегося фильтрационного режима. Для измерения уровня воды используют уровнемеры, а фильтрационный расход определяется по расчетной зависимости. **Выводы:** выполнены исследования и расчеты эффективности различных типов противофильтрационных облицовок, результаты которых показали, что наиболее эффективными (из бетонопленочных) будут монолитные облицовки с коэффициентом водопроницаемости $1,95 \cdot 10^{-6}$ см/с, которые по степени эффективности близки к грунтопленочным покрытиям. Наименьшей эффективностью среди бетонопленочных облицовок обладают сборные с коэффициентом водопроницаемости $4,56 \cdot 10^{-6}$ см/с, которые уступают монолитным в 2,33 раза. Разработано и представлено конструктивно-техническое решение (по патенту на изобретение РФ № 2616801), предназначенное для определения фильтрационных потерь из каналов методом создания независимых изолированных отсеков, что позволяет проводить натурные исследования без их предварительной остановки и опорожнения.

Ключевые слова: оросительный канал; противофильтрационная облицовка; водопроницаемость; эффективность; коэффициент фильтрации.

О. А. Баев

Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novochoerkassk, Russian Federation

Ye. O. Sklyarenko

Novochoerkassk Engineering and Land Reclamation Institute – a branch of the Don State Agrarian University, Novochoerkassk, Russian Federation



METHODS FOR ASSESSING THE EFFICIENCY OF WATER PERMEABILITY OF CANAL IMPERVIOUS LININGS

Purpose: analysis of calculations of efficiency and water permeability (methods for determining water losses for filtration) of main and distribution canals of hydro-reclamation systems. **Materials and methods:** methods for determining water losses for filtration the main of which are: calculation, volumetric, hydrometric and filter meter method are considered. **Results:** studies and calculations show that the most efficient are soil-film linings due to the least damage to film screens by construction mechanisms. The least effective are concrete monolithic and reinforced concrete precast-monolithic linings, which is explained by the absence of a polymer screen in the lining structure, as well as the appearance of cracks in the lining and seams depressurization. A method of isolated compartments is proposed to assess filtration losses. An isolated measuring compartment is created near the canal, and water is supplied and discharged from the irrigation canal. The measuring compartment is made of impervious closure dams. Leakage measurements are carried out under the steady seepage conditions. Level gauges are used to measure the water level, and the seepage discharge is determined from the calculated dependence. **Conclusions:** studies and calculations of the efficiency of various types of impervious linings have been carried out, the results of which have shown that the most efficient (of concrete film) will be monolithic linings with a water permeability coefficient $1.95 \cdot 10^{-6}$ cm/s, which in terms of efficiency are close to the ground film coatings. The least efficient among concrete-film linings are prefabricated ones with a water permeability coefficient $4.56 \cdot 10^{-6}$ cm/s, which are 2.33 times inferior to monolithic ones. The design and technical solution has been developed and presented (according to the patent for invention of the Russian Federation no. 2616801), designed for determining filtration losses from canals by creating independent isolated compartments, which allows field studies to be carried out without preliminary stopping and emptying.

Key words: irrigation canal; impervious lining; water permeability; efficiency; filtration coefficient.

Введение. С 1995 по 2018 г. ФГБНУ «РосНИИПМ» (ранее в период с 1980 по 1995 г. ЮжНИИГиМ) проводило обширные исследования противofiltrационной эффективности облицовок оросительных каналов на юге России [1, 2]. Институтом проведены исследования на Большом Ставропольском канале, Донском магистральном, распределительных каналах Багаевско-Садковской оросительной системы (Бг-Р-7, Бг-Р-8), Цимлянском магистральном канале и др. За этот период собраны данные натурных исследований эффективности различных типов облицовок более чем по 30 объектам, исследования которых выполнялись Волгогипроводхозом, УкрНИИГиМом, Укргипроводхозом, Средазгипроводхлопком, Севкавгипроводхозом [3].

Целью исследований является анализ расчетов эффективности и во-

допроницаемости (методов определения потерь воды на фильтрацию) магистральных и распределительных каналов гидромелиоративных систем.

Материалы и методы. Методика натурных исследований, выполненных ФГБНУ «РосНИИПМ» и другими организациями, базировалась на методе точечных фильтромеров и методе изолированных отсеков [1]. Результаты обобщенных исследований эффективности различных типов противофильтрационных облицовок (бетонопленочных, монолитных и сборных, грунтопеночных, железобетонных сборно-монолитных и монолитных) представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Данные о противофильтрационной эффективности различных типов облицовок оросительных каналов

Канал	Облицовка канала	Коэффициент водопроницаемости облицовки, 10^{-6} см/с
МК БВОС	б/п	1,50–3,70
КМК	б/п	2,72–4,11
ПрОС	б/п	2,42–13,40
БСК-III	б/п	0,61–3,00
КОС Волгоградской области	б/п	2,90–3,76
Бг-Р-7 БСОС Ростовской области	б/п	2,94–8,66
КООК	г/п	1,67
МК ЗОС Волгоградской области	ж/б	4,5–8,3
Распределители 2Х-2-1, 3Х-11, 4Х-1, 2Х-8, 1Х-6 Кисловской ОС	бет.	4,6–14,6
Примечание – МК БВОС – Магистральный канал Большой Волгоградской ОС; КМК – Каршинский магистральный канал; ПрОС – Прохладненская ОС; БСК-III – Большой Ставропольский канал (III очередь); КОС – Кисловская ОС; БСОС – Багаевско-Садковская ОС; КООК – Куйбышевский обводнительно-оросительный канал; МК ЗОС – Магистральный канал Заволжской ОС. Типы облицовок: б/п – бетонопленочная; г/п – грунтопеночная; ж/б – железобетонная; бет. – бетонная.		

Результаты и обсуждение. Анализ этих данных показывает, что эффективность бетонопленочных сборно-монолитных облицовок во всех случаях имеет близкие между собой значения, которые изменяются для МК Большой Волгоградской ОС, Каршинского МК, Большого Ставропольского канала (III очередь), канала ЮР-18-1 от $0,35 \cdot 10^{-6}$ до $4,11 \cdot 10^{-6}$ см/с со средними значениями от $0,44 \cdot 10^{-6}$ до $3,41 \cdot 10^{-6}$ см/с. При этом среднее значение коэффициента водопроницаемости облицовки для бетонопленочных сборно-монолитных облицовок составит $2,44 \cdot 10^{-6}$ см/с.

Выполненные исследования и расчеты эффективности различных типов противofильтрационных облицовок каналов показывают, что наиболее эффективными являются грунтопленочные, это подтверждается данными натурных исследований УкрНИИГиМа и Укргипроводхоза [3, 4]. Здесь среднее значение коэффициента водопроницаемости облицовки получено наименьшим и составляет $1,67 \cdot 10^{-6}$ см/с.

Наиболее высокая эффективность грунтопленочных облицовок подтверждается наименьшей степенью повреждаемости пленочных экранов строительными механизмами при их строительстве под защитным слоем грунта толщиной от 0,5 до 1,0 м.

Более эффективными типами противofильтрационных облицовок (из бетонопленочных) будут монолитные с коэффициентом водопроницаемости $1,95 \cdot 10^{-6}$ см/с, которые по степени эффективности близки к грунтопленочным покрытиям. Наименьшей эффективностью среди бетонопленочных облицовок обладают сборные с коэффициентом водопроницаемости $4,56 \cdot 10^{-6}$ см/с, которые уступают монолитным в 2,33 раза.

К категории наименьшей эффективности облицовок следует отнести бетонные монолитные и железобетонные сборно-монолитные облицовки, что объясняется отсутствием в конструкции облицовки полимерного экрана, а также наиболее слабым их звеном – появлением трещин в облицовке и разгерметизацией швов при их эксплуатации.

При расчете эффективности противofильтрационной облицовки канала определяют основной показатель водопроницаемости, представляющий собой условный коэффициент водопроницаемости ($k'_{обл}$), находимый по общей формуле [1]:

$$k'_{обл} = \frac{Q_{обл} \cdot \delta_0}{(h_0 + \delta_0) \cdot F_0}, \quad Q_{обл} = \sum_{i=1}^n q_{oi},$$

где $Q_{обл}$ – общий расход на фильтрацию через облицовку, м³/с;

δ_0 – толщина противofильтрационной облицовки, м;

h_0 – глубина воды в оросительном канале, м;

F_0 – площадь облицовки, м², равная $F_0 = L_k \cdot \chi_k$ (L_k – длина канала, м;

χ_k – смоченный периметр облицовки);

n – общее количество повреждений на облицовке;

q_{01} – единичный расход на фильтрацию через повреждения или дефекты, м³/с.

Для расчетной оценки эффективности бетонных и железобетонных облицовок оросительных каналов (с повреждениями в виде трещин и разрушенных швов) сначала определяют режим движения потока в трещине или шве по характерному (N_1) и критическому ($Re_{н.кр}$) значениям числа Рейнольдса в соответствии с формулами [4]:

$$N_1 = 600[1 - 0,96(e/\delta_{тр})^{0,4}]^{1,5},$$

$$Re_{н.кр} = 6,72 \cdot [1 + 6(e/\delta_{тр})^{1,5}] \cdot [1 - 4,8 \lg(e/\delta_{тр})],$$

где e – высота выступов в трещине облицовки, мм;

$\delta_{тр}$ – ширина трещины в облицовке, мм.

При выполнении условия $Re < Re_{н.кр}$ ($Re_{н.кр} > N_1$) движение потока будет ламинарным, а при $Re > Re_{н.кр}$ ($Re_{н.кр} = N_1$) – турбулентным.

Число Рейнольдса (Re) определяется как:

$$Re = V\delta_{тр} / \nu,$$

где V – средняя скорость фильтрации в трещине, $V = q_{тр} / \delta_{тр}$, м²/с;

q – удельный расход фильтрации через трещину, определяемый по Г. М. Ломизе [5], м³/с;

ν – кинематический коэффициент вязкости воды, Н/кг.

Ламинарный режим движения фильтрационного потока через трещину формируется при ширине ее раскрытия, соответствующей $\delta_{тр} < 0,1$ см, а

турбулентный режим – при $\delta_{тр} > 0,1$ см. Расчет коэффициента водопроницаемости ($k'_{обл}$) бетонных и железобетонных облицовок с трещинами при ламинарном режиме движения рекомендуется выполнять по нижеследующим формулам [6]:

- с гладкими стенками трещин:

$$k'_{обл} = \frac{\gamma}{12\mu F_o} n \cdot \bar{\delta}_{тр}^3 \cdot \bar{l}_{тр};$$

- с шероховатыми стенками трещин:

$$k'_{обл} = \frac{\gamma}{12\mu F_o} \cdot \frac{n \cdot \bar{\delta}_{тр}^3 \cdot \bar{l}_{тр}}{1 + 6 \left(\frac{\bar{e}}{\bar{\delta}_{тр}} \right)^{1,5}},$$

где γ – удельный вес воды, кг/м³;

μ – динамический коэффициент вязкости, Н·с/м²;

$\bar{l}_{тр}$ – средняя длина трещины, мм;

\bar{e} – средняя высота выступа в трещине, мм.

Коэффициент водопроницаемости облицовки при турбулентном режиме ($\delta_{тр} > 0,1$ см) вычисляется по следующим зависимостям [6]:

- с гладкими стенками трещин:

$$k'_{обл} = 4,7 \cdot \bar{\delta}_{тр} \sqrt{\frac{g^4}{\nu} \cdot \bar{\delta}_{тр}^5 \left(\frac{\delta_0}{h_0 + \delta_0} \right)^3} \cdot \frac{n \cdot \bar{l}_{тр}}{F_o};$$

- с шероховатыми стенками трещин:

$$k'_{обл} = \bar{\delta}_{тр} \sqrt{q \frac{\delta_0}{h_0 + \delta_0} \bar{\delta}_0 \left(2,6 + 5,1 \cdot \lg \frac{\bar{\delta}_{тр}}{2 \cdot e} \right)} \frac{n \cdot \bar{l}_{тр}}{F_o}.$$

При приближенной оценке коэффициента водопроницаемости закольматированных трещин или швов используется зависимость:

$$k'_{обл} = k_{кол} \cdot n \cdot \bar{\delta}_{тр} \cdot \frac{\bar{l}_{тр}}{F_o},$$

где $k_{кол}$ – коэффициент фильтрации материала кольматирующего слоя, см/с.

Помимо расчетных методов (основанных на использовании теоретических и эмпирических зависимостей) для определения потерь воды на фильтрацию из распределительных и магистральных каналов [6, 7] могут также использоваться гидрометрический и объемный способы, а также метод фильтромеров.

Гидрометрический метод определения потерь воды на фильтрацию заключается в определении разности расходов (объемов) воды в принятых начальном и конечном створах канала методом измерений «скорость – площадь» за вычетом потерь на испарение.

Объемный метод, учитывающий потери из заполненных водой отсеков, образованных перемычками, применяется при опорожнении каналов на время проведения замеров.

Метод фильтромеров заключается в определении скорости фильтрации в отдельных точках ложа канала с помощью специальных приборов – фильтромеров.

Условия применения методов определения фильтрационных потерь воды из магистральных каналов гидромелиоративных систем нижеследующие [8]:

- движение потока воды в канале должно быть установившимся;
- по каналу должен пропускаться расчетный расход (для объемного метода такие условия не требуются); возможный диапазон расходов – до $250 \text{ м}^3/\text{с}$, скорость потока – до $3,5 \text{ м/с}$, глубина потока – до $6,0 \text{ м}$;
- относительная погрешность определения потерь воды из оросительного канала для гидрометрического метода составляет $\pm 5 \%$, для объемного $\pm 2 \%$, для расчетного $\pm 10 \%$, для метода фильтромеров $\pm 5 \%$;
- наличие соответствующих поверенных приборов и оборудования;
- выбор участка канала должен соответствовать требованиям, установленным технологией определения потерь воды на фильтрацию из канала тем или иным методом [8].

30–50 м, шириной по дну 2,0–3,0 м), на котором выполняется подвод и сброс воды из оросительного канала, что тем самым позволяет создавать условия в отсеке, близкие к натурным (без предварительной остановки и опорожнения канала). При подводе воды из оросительного канала происходит заполнение измерительного отсека водой и выдерживается длительное его промачивание. В свою очередь измерительный отсек выполнен из водонепроницаемых перемычек в виде противофильтрационного элемента из бесшовной полимерной геомембраны с двумя защитными прокладками из геотекстиля высокой плотности.

Для поддержания противофильтрационного элемента в устойчивом положении, а также исключения обвала вертикальных стенок выполнено крепление щитами с обратной отсыпкой грунта. При этом противофильтрационный элемент (с двумя защитными прокладками) заглубляется минимум на 0,5 м с каждой из сторон. На изолированном отсеке в местах подвода и сброса воды выполнены плоские затворы (из водонепроницаемого материала с герметичными уплотнителями), позволяющие регулировать уровень воды в изолированном отсеке. Водонепроницаемость затворов и герметичность стыковых соединений являются необходимыми условиями поддержания постоянного уровня воды в измерительном отсеке в момент проведения исследований [10].

После проведения всех операций по выполнению измерительного отсека проводятся замеры объема потерь воды в условиях установившегося фильтрационного режима. Для измерения уровня воды измерительный отсек оборудуется уровнемерами, а фильтрационный расход определяется по следующей расчетной зависимости [9]:

$$q_{\phi} = \frac{Q_{\phi}}{L_{\text{отс}}} = \alpha \frac{\Delta h}{t} \cdot b,$$

где q_{ϕ} – удельный фильтрационный расход, м²/сут;

Q_{ϕ} – суммарный фильтрационный расход из отсека длиной $L_{\text{отс}}$, л/сут;

$L_{\text{отс}}$ – длина изолированного отсека, м;

α – коэффициент соответствия размерностей, $\alpha = 8,64 \cdot 10^4$ л·с/(сут·мм·м²);

Δh – падение уровня воды в отсеке, мм;

t – время, в течение которого происходит падение уровня на величину Δh , с;

b – ширина канала по дну, м.

Для максимальной точности измерений поверх изолированного отсека может быть натянут светопроницаемый тент из полиэтиленовой пленки, что позволит частично исключить потери воды на испарение.

Выводы. Выполненные исследования и расчеты эффективности различных типов противofiltrационных облицовок показывают, что наиболее эффективными (из бетонопленочных) будут монолитные облицовки с коэффициентом водопроницаемости $1,95 \cdot 10^{-6}$ см/с, которые по степени эффективности близки к грунтопленочным покрытиям. Наименьшей эффективностью среди бетонопленочных облицовок обладают сборные с коэффициентом водопроницаемости $4,56 \cdot 10^{-6}$ см/с, которые уступают монолитным в 2,33 раза.

Разработанное и представленное конструктивно-техническое решение (по патенту на изобретение РФ № 2616801) предназначено для определения фильтрационных потерь из каналов методом создания независимых изолированных отсеков, что позволяет проводить натурные исследования без их предварительной остановки и опорожнения.

Список использованных источников

1 Косиченко, Ю. М. Каналы переброски стока России / Ю. М. Косиченко. – Новочеркасск: НГМА, 2004. – 470 с.

2 Основные принципы и методы эксплуатации магистральных каналов и сооружений на них: монография / В. Н. Щедрин [и др.]. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2015. – 361 с.

3 Ищенко, А. В. Повышение эффективности и надежности противofiltrационных облицовок оросительных каналов: монография / А. В. Ищенко. – Ростов н/Д., 2006. – 211 с.

4 Косиченко, Ю. М. Инструкция по расчету водопроницаемости и эффективности противofiltrационных облицовок каналов / Ю. М. Косиченко, В. А. Бородин, А. В. Ищенко; Союзгипроводхоз, ЮжНИИГиМ. – М.; Новочеркасск, 1984. – 99 с.

5 Ломизе, Г. М. Фильтрация в трещиноватых породах / Г. М. Ломизе. – М.; Л.: Госэнергоиздат, 1951. – 127 с.

6 Косиченко, Ю. М. Оценка водопроницаемости бетонопленочной облицовки с закольматированными швами при длительной эксплуатации каналов / Ю. М. Косиченко, О. А. Баев, А. Ю. Гарбуз // Вестник МГСУ. – 2016. – № 7. – С. 114–133.

7 Косиченко, Ю. М. Сравнительный анализ применения высоконадежных облицовок для снижения потерь на фильтрацию из каналов / Ю. М. Косиченко, Е. Г. Угроватова // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2015. – № 2(58). – С. 16–21.

8 СТО 4.2-6-2015. Мелиоративные системы и сооружения. Магистральные каналы. Определение потерь на фильтрацию. – Введ. 2015-06-29. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2015. – 47 с.

9 Пат. 2616801 Российская Федерация, МПК Е 02 В 3/16. Способ определения фильтрационных потерь / Баев О. А.; заявитель и патентообладатель Баев О. А. – № 2016112250; заявл. 31.03.16; опубл. 18.04.17, Бюл. № 11. – 8 с.

10 Гарбуз, А. Ю. Ремонт повреждений облицовок длительно работающих каналов с использованием полимерных композиций / А. Ю. Гарбуз // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2015. – № 2(58). – С. 33–39.

References

1 Kosichenko Yu.M., 2004. *Kanaly perebroski stoka Rossii* [Runoff Diversion Canals in Russia]. Novocherkassk, NGMA, 470 p. (In Russian).

2 Shchedrin V.N. [et al.], 2015. *Osnovnye printsipy i metody ekspluatatsii magistral'nykh kanalov i sooruzheniy na nikh: monografiya* [Basic Principles and Operation Methods of Main Canals and Structures on Them: monograph]. Novocherkassk, RosNIIPM Publ., 361 p. (In Russian).

3 Ishchenko A.V., 2006. *Povyshenie effektivnosti i nadezhnosti protivofiltratsionnykh oblitsovok orositelnykh kanalov: monografiya* [Improving the Efficiency and Reliability of Impervious Linings of Irrigation Canals: monograph]. Rostov-on-Don, 211 p. (In Russian).

4 Kosichenko Yu.M., Borodin V.A., Ishenko A.V., 1984. *Instruktsiya po raschetu vodopronitsaemosti i effektivnosti protivofil'tratsionnykh oblitsovok kanalov* [Instructions for Calculating Water Permeability and Efficiency of Impervious Canal Linings]. Soyuzgiprovodhoz, YuzhNIIGiM. Moscow, Novocherkassk, 99 p. (In Russian).

5 Lomize G.M., 1951. *Fil'tratsiya v treshchinovatykh porodakh* [Flow in Fractured Rocks]. Moscow, Leningrad, Gosenergoizdat Publ., 127 p. (In Russian).

6 Kosichenko Yu.M., Baev O.A., Garbuz A.Yu., 2016. *Otsenka vodopronitsaemosti betonoplenochnoy oblitsovki s zakol'matirovannymi shvami pri dlitel'noy ekspluatatsii kanalov* [Water permeability assessment of a concrete-foam lining with colmated seams in long-term operation of canals]. *Vestnik MGSU* [Bull. MGSU], no. 7, pp. 114-133. (In Russian).

7 Kosichenko Yu.M., Ugrovatova E.G., 2015. *Sravnitel'nyy analiz primeneniya vysokonadezhnykh oblitsovok dlya snizheniya poter' na fil'tratsiyu iz kanalov* [Comparative analysis of the use of highly reliable linings to reduce filtration losses from channels]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture], no. 2(58), pp. 16-21. (In Russian).

8 СТО 4.2-6-2015. *Meliorativnye sistemy i sooruzheniya. Magistral'nye kanaly. Opredelenie poter' na filtratsiyu* [Reclamation Systems and Structures. Main Canals. Determination of Filtration Losses]. Novocherkassk, RosNIIPM, 2015, 47 p. (In Russian).

9 Baev O.A., 2017. *Sposob opredeleniya fil'tratsionnykh poter'* [Determining Filtration Losses Method]. Patent RF, no. 2616801. (In Russian).

10 Garbuz A.Yu., 2015. *Remont povrezhdeniy oblitsovok dlitel'no rabotayushchikh kanalov s ispol'zovaniem polimernykh kompozitsiy* [Repair of lining damage of long-term op-

erating canals using polymer compositions]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture], no. 2(58), pp. 33-39. (In Russian).

Баев Олег Андреевич

Ученая степень: кандидат технических наук

Должность: старший научный сотрудник

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»

Адрес организации: Баклановский пр-т, 190, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация, 346421

E-mail: Oleg-Baev1@yandex.ru

Baev Oleg Andreyevich

Degree: Candidate of Technical Sciences

Position: Senior Researcher

Affiliation: Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems

Affiliation address: Baklanovsky ave., 190, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346421

E-mail: Oleg-Baev1@yandex.ru

Скляренко Елена Олеговна

Ученая степень: доцент

Ученое звание: кандидат технических наук

Должность: доцент

Место работы: Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова – филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственной аграрный университет»

Адрес организации: ул. Пушкинская, 111, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация, 346428

E-mail: skliarena@rambler.ru

Sklyarenko Yelena Olegovna

Degree: Associate Professor

Title: Candidate of Technical Sciences

Position: Associate Professor

Affiliation: Novocherkassk Engineering and Land Reclamation Institute – a branch of the Don State Agrarian University

Affiliation address: st. Pushkinskaya, 111, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346428

E-mail: skliarena@rambler.ru

Поступила в редакцию 26.06.2020

После доработки 31.08.2020

Принята к публикации 02.09.2020