

Оригинальная статья

УДК 502/504:627.5:504.3.054

DOI: 10.26897/1997-6011-2022-5-93-99

РАЗРАБОТКА РЕГИОНАЛЬНЫХ ПДК ДЛЯ ВОДОТОКОВ: ЕРИК БЕШЕННЫЙ, РЕКА СОЛЁНАЯ БАСЕЙНА НИЖНЕГО ДОНА

ДРОВОВОЗОВА ТАТЬЯНА ИЛЬИНИЧНА [✉], д-р техн. наук, доцент,
заведующий кафедрой экологических технологий природопользования
tid70.drovovozova@yandex.ru

МАРЫГИН ВАДИМ ОЛЕГОВИЧ, аспирант
ecotechngma@mail.ru

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А.К. Кортунова – филиал Донского государственного аграрного университета; 346428, Ростовская область, г. Новочеркасск, ул. Пушкинская, 111, Россия

Цель исследований – статистический анализ многолетних гидрохимических данных качества воды в малой реке Солёная, ее притоке ерик Бешенный бассейна Нижнего Дона и разработка региональных предельно допустимых концентраций (ПДК_{рег}) солеобразующих ионов. Актуальность исследований обусловлена противоречиями в действующем экологическом законодательстве. Объектом исследований стали малые реки – приемники дренажно-сбросных вод (ДСВ) с мелиорируемых земель Центрального орошаемого района Ростовской области: река Солёная и ее приток ерик Бешенный. Для расчета регионального ПДК использовали методику на основе оценок непараметрических статистических показателей, которая позволяет эффективно учитывать объем рассматриваемых статистических выборок и их изменчивость. Проведен статистический анализ гидрохимических данных в фоновых створах за 2008-2020 гг. Установлено, что основной проблемой природного качества воды в рассматриваемых водных объектах являются высокое содержание солеобразующих ионов и показатель минерализации. Выявлено, что статистическое распределение рассматриваемых солеобразующих ионов и показателя минерализации существенно отличается от нормального. Показатель БПК_{полн} находится в пределах федерального норматива для водных объектов рыбохозяйственного назначения I категории. Рассчитаны региональные ПДК: для сульфатов – 552 и 647 мг/л, натрия – 309 и 210 мг/л для ер. Бешенный и р. Солёная соответственно. Остальные солеобразующие ионы имеют концентрации ниже допустимых федеральных ПДК. С целью минимизации нарушений водного законодательства управлению «Ростовмелиоводхоз», несмотря на отнесение его к объектам III категории, рекомендуется рассчитывать нормативы допустимого сброса (НДС) для солеобразующих ионов с учетом фоновых концентраций, в том числе для двух вышеуказанных показателей в рассматриваемых водных объектах – с учетом разработанных ПДК_{рег}.

Ключевые слова: региональные предельно допустимые концентрации, статистический анализ, гидрохимические показатели, солеобразующие ионы, дренажно-сбросные воды

Формат цитирования: Дрововозова Т.И., Марыгин В.О. Разработка региональных ПДК для водотоков: ерик Бешенный, река Солёная бассейна Нижнего Дона // Природообустройство. – 2022. – № 5. – С. 93-99. DOI: 10.26897/1997-6011-2022-5-93-99.

© Дрововозова Т.И., Марыгин В.О., 2022

Original article

DEVELOPMENT OF REGIONAL MPC FOR WATERCOURSES: ERIK BESHENNY, THE SOLENAYA RIVER OF THE LOWER DON BASIN

DROVOVOZOVA TATJANA ILJINICHNA [✉], doctor of technical sciences, associate professor,
head of the department of ecological technologies of environment management
tid70.drovovozova@yandex.ru

MARYGIN VADIM OLEGOVICH, post graduate student
ecotechngma@mail.ru

Novocherkassk Engineering and Reclamation Institute named after A.K. Kortunov – a branch of the Don State Agrarian University; 346428, Rostov region, Novocherkassk, Pushkinskaya St., 111, Russia

The purpose of the work is to conduct a statistical analysis of long-term hydrochemical data on water quality in the small Solenaya River and its tributary Erik Beshenny of the Lower Don basin,

to develop regional maximum permissible concentrations (MPC_{reg}) of salt-forming ions. The relevance of the study is due to contradictions in the current environmental legislation. The objects of the study were small rivers – receivers of drainage and waste water (DWW) from reclaimed lands of the Central irrigated district of the Rostov region – the Solenaya River and its tributary Erik Beshenny. To calculate the regional MPC, we used a methodology based on estimates of nonparametric statistical indicators, which allows us to effectively take into account the volume of statistical samples under consideration and their variability. The paper presents a statistical analysis of hydro chemical data in the background for the period 2008-2020 years. It is established that the main problem of the natural water quality in the water bodies under consideration is the high content of salt-forming ions and the mineralization index. It is shown that the statistical distribution of the salt-forming ions under consideration and the mineralization index significantly differs from the normal one. The biological oxygen consumption (BOC_{total}) indicator is within the limits of the federal standard for fishery water bodies of category I. Regional MPCs were calculated for sulfates 552 and 647 mg/l and sodium – 309 and 210 mg/l for Er. Beshenny and R. Solenaya, respectively. The remaining salt-forming ions have concentrations below the permissible federal MPC. In order to minimize violations of the water legislation, the Management «Rostovmeliovodhoz» (land reclamation and agricultural water supply in the Rostov region), despite being classified as objects of Category III, is recommended to calculate the normatively permissible discharge (NPD) for salt-forming ions, taking into account background concentrations, including for the two above-mentioned indicators in the water bodies under consideration – taking into account the developed MPC_{regs} .

Keywords: regional maximum permissible concentrations, statistical analysis, hydrochemical indicators, salt-forming ions, drainage and waste water

Format of citation: Drovovozova T.I., Marygin V.O. Development of regional MPCs for watercourses: Erik Beshenny, Solenaya river of the lower Don basin // Prirodoobustroystvo. – 2022. – № 5. – P. 93-99. DOI: 10.26897/1997-6011-2022-5-93-99.

Введение. Малые реки бассейновой гео-системы Нижнего Дона существенно отличаются по гидрохимическому режиму от реки Дон. По данным Ежегодного экологического вестника, в реке Дон отмечается регулярное превышение фактических концентраций сульфатов над предельно допустимой для водных объектов рыбохозяйственного назначения ($ПДК_{px}$) [1]. Малые водные объекты бассейна Нижнего Дона характеризуются высокими значениями минерализации, и соответственно – концентраций солеобразующих ионов, особенно в Центральном орошаемом районе.

Источники поступления солеобразующих ионов имеют как природный, так и антропогенный характер [2-4]. Они поступают, с одной стороны, за счет процессов вымывания легкорастворимых солей из почв на водосборной территории под воздействием различных факторов, с минерализованным подземным стоком, при разложении веществ растительного и животного происхождения, а с другой стороны – со сточными водами от точечных и диффузных источников загрязнения [2-7]. Содержание ионов в воде регламентируется нормативами ПДК без учета региональных почвенно-геохимических особенностей, естественных природных особенностей грунтовых вод. Особенно много вопросов вызывает жесткий норматив $ПДК_{px}$ сульфатов, равный

100 мг/л, что недостижимо для многих водных объектов [8].

Актуальность исследований обусловлена тем, что управления мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения, деятельность которых связана с отведением дренажно-сбросных вод (ДСВ) с орошаемых земель, постановлением Правительства РФ № 2398 от 31 декабря 2020 г. отнесены к объектам III категории, и в соответствии с этим документом для них отменены требования установления нормативов допустимого сброса (НДС) [9-10]. Плата за негативное воздействие на окружающую среду осуществляется за фактический сброс, но качество отводимых ДСВ оценивается федеральными нормативами ПДК [11, 12]. Природные фоновые концентрации некоторых солеобразующих ионов в водных объектах в течение многих лет превышают ПДК. Вследствие этого в процессе разбавления в контрольном створе ПДК также не достигается, и тогда управлениям вменяется нарушение водного законодательства.

С одной стороны, в п. 15 постановления Правительства РФ от 13 февраля 2019 г. № 149 установлено, что «В случаях, если природные фоновые концентрации химических веществ в водах поверхностных водных объектов, сформировавшиеся под влиянием природных факторов и характерные для конкретного речного

бассейна или его части, водного объекта или его части, превышают значения гигиенических или рыбохозяйственных нормативов, нормативы качества разрабатываются и устанавливаются на уровне значений (в интервале допустимого отклонения от значений) показателей природных фоновых концентраций химических веществ в этом речном бассейне или его части, водном объекте или его части» [13]. С другой стороны, в п. 8 приказа МПРиЭ РФ от 29 декабря 2020 г. № 1118 по-прежнему указывается, что если фоновая концентрация химического вещества в воде водного объекта не позволяет обеспечить норматив качества воды в контрольном створе, то НДС по этим показателям разрабатываются исходя из соблюдения в сточных водах нормативов качества воды водного объекта, то есть ПДК_{рх}. Следовательно, назрела необходимость разработки региональных ПДК для отдельных водных объектов.

В связи с вышеизложенным, целью исследований явились статистический анализ многолетних гидрохимических данных качества воды фоновых створов в малой реке Солёная, ее притоке ерике Бешеный бассейна Нижнего Дона и разработка региональных ПДК солеобразующих ионов.

Материалы и методы исследований. Объектом исследования стали малые реки – приемники дренажно-сбросных вод (ДСВ) с мелиорируемых земель Центрального орошаемого района: река Солёная и ее приток ерик Бешеный. В качестве исследуемых приняты фоновые створы выше выпуска ДСВ из коллекторов Нижне-Донской оросительной системы: створ 502 б-1500 м выше впадения канала К-3 (1,8 км от устья притока ер. Бешеный); створ 512 с-1500 выше впадения канала ЛС-2 (4,1 км от устья р. Солёная) (рис.).



Рис. Карта водных объектов:

1 – река Солёная; 2 – ерик Бешеный

Fig. Map of water objects:

1 – The Solonaya River, 2 – erik Beshennyi

Данные измерений гидрохимических показателей в указанных водных объектах предоставлены испытательной лабораторией Ростовской гидрогеолого-мелиоративной партией: филиал ФГБУ, Управление «Ростовмелиоводхоз», – за период 2008-2020 гг.

В исследуемых створах за рассматриваемый период значения концентраций биогенных элементов, пестицидов, тяжелых металлов, нефтепродуктов не превышали ПДК_{рх} [14]. Следовательно, в рассматриваемых фоновых створах гидрохимический режим определяется преимущественно природными факторами.

На основании обработки выборочной совокупности данных гидрохимических показателей в фоновых створах водотоков притока ер. Бешеный и р. Солёная в программе MathCAD рассчитаны основные статистические показатели, результаты которых представлены в таблице 1. Достоверность статистических показателей оценивали на уровне значимости α , равном 0,05. Число степеней свободы k определили по приближенной формуле Стерджесса при объеме выборки $n = 50$, которое составило 7. Критический уровень согласия $\chi^2_{кр}$ при заданных α и k составил 9,5 [15-16].

Проверка гипотезы о нормальном распределении генеральной совокупности гидрохимических показателей по критерию Пирсона показала, что $\chi^2_{факт} \gg \chi^2_{кр}$, то есть совокупность гидрохимических показателей качества воды в фоновом створе нормальному распределению не подчиняется. Следовательно, для их обработки использование параметрических методов является некорректным.

Для расчета регионального ПДК (ПДК_{рег}) использовали методику [17, 18] на основе оценок непараметрических статистических показателей, которая в отличие от других методических подходов позволяет эффективно учитывать объем рассматриваемых статистических выборок и их изменчивость. Методика [19] в качестве нормативной оценки предлагает верхний доверительный интервал среднего значения. В этом случае чем меньше объем выборки, тем более завышенными получаются значения ПДК_{рег}. Рекомендуются [17] использовать средневыборочную концентрацию квантиля порядка 0,75, при которой значения ПДК_{рег} снижаются и представляются методически более обоснованными. Расчет ПДК_{рег} производили по формуле:

$$\text{ПДК}_{\text{рег}} = C_{0,75} - \frac{2,15 \cdot \sigma}{\sqrt{n}},$$

где $C_{0,75}$ – средневывборочная концентрация квантиля порядка 0,75, мг/л; ПДК_{рег} – региональное ПДК, мг/л; σ – среднеквадратичное отклонение; n – объем выборки.

Таблица 1

Основные статистические показатели гидрохимических данных за период 2008-2020 гг.

Table 1

The main statistical indicators of hydro chemical data for the period 2008-2020

Гидрохимический показатель <i>Hydro chemical indicator</i>	Статистические показатели / <i>Statistical indicators</i>						
	Cmin мг/л mg/l	Cmax мг/л mg/l	Среднее выборочное, мг/л <i>Sam- pleaver- age, mg / l</i>	Среднеквад- ратичное — отклонение σ <i>Root mean square devia- tion σ</i>	Коэффици- ент вариа- ции, V, % <i>Coefficient of varia- tion, V, %</i>	Критерий Пирсона $\chi^2_{\text{факт}}$ <i>Pearson's crite- rion $\chi^2_{\text{факт}}$</i>	Доверительный ин- тервал среднеквад- ратичной совокупности <i>Confidence interval of the root mean square totality</i>
ерик Бешенный <i>erik Beshenny</i>							
БПК полн, мгО/л <i>BOCfull mgO / l</i>	1,2	6,34	2,9	1,14	39,45	33,28	2,58< $\bar{C}$ <3,23
Минерализация <i>Mineralization</i>	540	3982	1513,6	1009,4	66,69	63,3	1226,8< $\bar{C}$ <1800,4
Сульфаты / <i>Sulfates</i>	144	1929,6	567	419,8	73,98	60,3	448,2< $\bar{C}$ <686,7
Хлориды / <i>Chlorides</i>	85,1	928,8	239,4	156,5	63,4	239,6	194,9< $\bar{C}$ <283,8
Кальций / <i>Calcium</i>	56,1	308,6	141,95	68,99	48,61	37,8	122,3< $\bar{C}$ <161,5
Магний / <i>Magnesium</i>	21,9	166,2	53,15	26,9	50,6	31,7	45,5< $\bar{C}$ <60,8
Натрий / <i>Sodium</i>	92	966	349,2	247,4	70,8	48,9	278,93< $\bar{C}$ <419,5
река Солёная / <i>river Solenaya</i>							
БПКполн, мгО/л <i>BOCfull mgO / l</i>	1,64	6,56	2,82	1,03	36,5	78,8	2,53< $\bar{C}$ <3,11
Минерализация <i>Mineralization</i>	554	3128	1164,4	605,2	51,9	56,1	992,5< $\bar{C}$ <1336,3
Сульфаты / <i>Sulfates</i>	134	2332,8	724,5	478,6	66,1	70,7	558,5< $\bar{C}$ <860,5
Хлориды / <i>Chlorides</i>	75,1	411,2	175,9	82,9	47,1	29,4	152,4< $\bar{C}$ <199,5
Кальций / <i>Calcium</i>	52,1	312,6	107,9	55,7	51,7	101,5	92,1< $\bar{C}$ <123,7
Магний / <i>Magnesium</i>	21,9	158	48,4	26,1	53,9	436,4	40,9< $\bar{C}$ <55,8
Натрий / <i>Sodium</i>	92	621	229,5	120,6	52,6	66,9	195,3< $\bar{C}$ <263,8

Результаты и их обсуждение. В результате многолетних наблюдений установлено, что основной проблемой качества воды является превышение фактических концентраций солеобразующих ионов над их ПДК_{рх}. Может быть несколько причин такого явления, а именно: химический состав почв на площади водосбора; гидрохимический состав грунтовых вод, подпитывающих малые водотоки; антропогенная деятельность, связанная с эксплуатацией гидромелиоративных систем.

Исследование гидрохимических показателей в дренажно-сбросных водах, отводимых в данные водотоки, в динамике показало, что применение пресной донской оросительной воды, наоборот, способствует процессам рассоления почв. Кроме того, ДСВ содержат сбросные оросительные воды, что также способствует разбавлению дренажных вод, отводимых с мелиорируемых земель [14]. Грунтовые воды территории бассейнов данных малых водотоков

характеризуются как сульфатные в анионной части и как кальциево-натриевые в катионной части [20, 21]. Следовательно, на гидрохимический режим рассматриваемых водных объектов в большей степени влияют природные факторы.

Выборочная средняя БПК_{полн} в ерике Бешенный составляет 2,9 мгО/л, в реке Солёная – 2,82 мгО/л, а генеральная средняя БПК_{полн} лежит в интервале: для ерика Бешенный – от 2,58 до 3,23; для реки Солёная – от 2,53 до 3,11. Это находится в пределах норматива для водных объектов рыбохозяйственного назначения 1 и 2 категорий, то есть разработка регионального норматива не требуется.

Коэффициент вариации V выборочной совокупности во всех случаях больше 30%, что свидетельствует о значительной изменчивости значений гидрохимических показателей в фоновом створе за 12-летний период.

Значительная изменчивость гидрохимических показателей вызывает необходимость

расчета региональных ПДК. На основе методики [17] рассчитаны ПДК_{рег} для основных

солеобразующих ионов малых водотоков ер. Бешеный и р. Солёная бассейна Нижнего Дона (табл. 2).

Таблица 2

**Расчетные значения региональных ПДК солеобразующих ионов
в ерике Бешеный и реке Солёная бассейна Нижнего Дона**

Table 2

**Calculated values of regional MPC of salt-forming ions in the erik Beshenny
and the Solenaya River of the Lower Don basin**

Гидрохимический показатель <i>Hydro chemical indicator</i>	Ерик Бешенный / <i>Erik Beshenny</i>		Река Солёная / <i>The Solenaya River</i>		ПДК _{рх} мг/л <i>MPC_{rh} Mg / l</i>	ПДК _{хп} мг/л <i>MPC_{hp}</i>
	C _{0,75}	ПДК _{рег} / <i>MPC_{reg}</i>	C _{0,75}	ПДК _{рег} / <i>MPC_{reg}</i>		
Сульфаты / <i>Sulfates</i>	627	552	792,5	647	100	500
Хлориды / <i>Chlorides</i>	262	214	188	162,5	300	350
Кальций / <i>Calcium</i>	151,7	131	116	99	180	-
Магний / <i>Magnesium</i>	57	49	52	44	40	50
Натрий / <i>Sodium</i>	384	309	247	210	120	200
Минерализация <i>Mineralization</i>	1657	1350	1220	1036	-	1000

Расчеты региональных ПДК показали, что для трех показателей: сульфаты, магний и натрия (суммарно) – в фоновых створах наблюдалось естественное превышение над нормативами для водных объектов рыбохозяйственного назначения [8], причем рассчитанные концентрации сульфатов и натрия превышают и гигиенические нормативы [22]. Остальные солеобразующие ионы имеют концентрации ниже допустимых федеральных ПДК. Следовательно, для ерика Бешеный и реки Солёная требуется введение региональных ПДК по двум показателям: для сульфатов – 552 и 647 мг/л, для натрия – 309 и 210 мг/л соответственно.

Для показателей, которые не являются природными загрязнителями (биогенные элементы, пестициды, тяжелые металлы), региональные ПДК не вводятся. Их содержание регламентируется федеральными ПДК.

Выводы

Установлено, что основной проблемой природного качества воды в ерике Бешеный и реке Солёная является высокое содержание солеобразующих ионов и показателя минерализации. В результате статистического анализа

данных гидрохимических показателей в фоновых створах за период 2008-2020 гг. выявлено, что статистическое распределение солеобразующих ионов и показателя минерализации существенно отличается от нормального.

Показатель БПК_{полн} находится в пределах федерального норматива для водных объектов рыбохозяйственного назначения I категории.

Результаты расчетов убедительно доказывают необходимость утверждения региональных нормативов качества воды (ПДК_{рег}) для сульфатов и натрия в ер. Бешеный и р. Солёная.

Несмотря на то, что управлениям мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения не требуется разработка НДС, причем критерием качества отводимых дренажно-сбросных вод по-прежнему остаются нормативы ПДК, для объективной оценки качества ДСВ рекомендуется рассчитывать НДС с учетом природных фоновых концентраций. Управлению «Ростовмелиоводхоз» относительно реки Солёная и ерика Бешеный для сульфатов и натрия рекомендуется рассчитывать НДС с учетом разработанных региональных ПДК. Такой подход позволит минимизировать нарушение водного законодательства.

Библиографический список

1. О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2012-2019 году: Экологический вестник Дона / Правительство Ростовской области, Министерство природных ресурсов и экологии Ростовской области. – Ростов-на-Дону, 2013-2020. – URL: <http://минприродыро.рф/state-of-the-environment/ekologicheskij-vestnik>.

2. Демин А.П., Зайцева А.В. Сточные воды и загрязнение водных объектов в бассейне реки Дон (1995-2018 гг.) // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов: труды VIII Всероссийской

References

1. *Ekologicheskij vestnik Dona «O sostoyanii okruzhayushchej sredy i prirodnih resursov Rostovskoj oblasti v 2012-2019 godu»* [Elektronny resurs] / Pravitelstvo Rost. obl., Min-vo prirodnih resursov i ekologii Rost. obl. Rna/Donu, – 2013-2020. – URL: <http://minprirodyro.rf/state-of-the-environment/ekologicheskij-vestnik/>

2. *Demin A.P., Zaitseva A.V. Stochnye vody i zagryazneniye vodnyh objektov v bassejne reki Don (1995-2018 gg.)*. // *Sovremennye problemy vodohranishch i ih vodosborov*: tr. VIII Vseros. nauch.-prakt. konf.

научно-практической конференции с международным участием, г. Пермь, 27-30 мая 2021 г. – Пермь: ПГНИУ, 2021. – С. 74-270.

3. Домашенко Ю.Е., Васильев С.М. Моделирование и оценка поступления загрязняющих веществ в коллекторно-дренажный сток // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2016. – № 2(22). – С. 112-127.

4. Косолапов А.Е., Пурас А.Г. Водные ресурсы Нижнего Дона: состояние и проблемы использования // Сборник трудов Международной научно-практической конференции «Проблемы геологии, полезных ископаемых и рационального недропользования». – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2004. – С. 23-32.

5. Geochemical Specifics and Patterns of the Distribution of Heavy Metals in the Opuksky Sanctuary, Republic of Crimea / P. Zelenkovskiy et al. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – Vol. 666(5). – 052019.

6. Insights into the use of phytoremediation processes for the removal of organic micropollutants from water and wastewater; a review / W. Polińska, U. Kotowska, D. Kiejza, J. Karpińska // Water (Switzerland). – 2021. – № 13(15). – 2065.

7. Mathematical model of the effective use of reclaimed lands in the South of Russia / A.K. Apazhev, Y.A. Shekikhachev, L.M. Hazhmetov, L.Z. Shekikhacheva // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – Vol. 1889(3). – 032033.

8. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения: приказ от 13 декабря 2016 г. № 552, с изм. на 10 марта 2020 г. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_211155/.

9. Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий: постановление Правительства РФ от 31 декабря 2020 г. № 2398; в ред. постановления Правительства РФ от 7 октября 2021 г. № 1703. – URL: <https://www.zakonrf.info/postanovlenie-pravительство-rf-2398-31122020/>.

10. Об охране окружающей среды: Федеральный закон от 10 февраля 2001 г. № 7-ФЗ; принят ГД РФ 20 декабря 2001 г. – URL: <https://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-10.01.2002-N-7-FZ/>.

11. Об исчислении и взимании платы за негативное воздействие на окружающую среду: постановление Правительства РФ от 3 марта 2017 г. № 255, с изм. на 17 августа 2020 г. – URL: <https://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-10.01.2002-N-7-FZ/>.

12. Об утверждении Порядка представления декларации о плате за негативное воздействие на окружающую среду и ее формы: приказ Минприроды от 10 декабря 2020 г. № 1043. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_373329/.

13. О разработке, установлении и пересмотре нормативов качества окружающей среды для химических и физических показателей состояния окружающей среды, а также об утверждении нормативных документов в области охраны окружающей среды, устанавливающих технологические показатели наилучших доступных технологий: постановление Правительства РФ от 13 февраля 2019 г. № 149. – URL: <https://rulaws.ru/government/Postanovlenie-Pravitelstva-RF-ot-13.02.2019-N-149/>.

14. Разработка технологии и технических решений по очистке коллекторно-дренажного и поверхностного

s mezhdunar. uchastiem, Perm, 27-30 maya 2021 goda. – Perm: PGNIU, 2021. – S. 270-74.

3. Domashenko Yu.E., Vasiljev S.M. Modelirovanie i otsenka postupleniya zagryaznyayushchih veshchestv v kollektorno-drenazhny stok // Nauchny zhurnal Rossijskogo NII problem melioratsii. – 2016. – № 2(22). – S. 112-127.

4. Kosolapov A.E., Puras A.G. Vodnye resursy Nizhnego Dona: sostoyanie i problem ispolzovaniya // Sb. trudov mezhdunar. nauch.-prakt. konf. «Problemy geologii, poleznyh iskopaemyh i ratsionalno nedropolzovaniya». – Novocherkassk: YURGTU, 2004. – S. 23-32

5. Geochemical Specifics and Patterns of the Distribution of Heavy Metals in the Opuksky Sanctuary, Republic of Crimea / P. Zelenkovskiy [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – Vol. 666(5). – 052019.

6. Insights into the use of phytoremediation processes for the removal of organic micropollutants from water and wastewater; a review / W. Polińska, U. Kotowska, D. Kiejza, J. Karpińska // Water (Switzerland). – 2021. – № 13(15). – 2065.

7. Mathematical model of the effective use of reclaimed lands in the South of Russia / A.K. Apazhev, Y.A. Shekikhachev, L.M. Hazhmetov, L.Z. Shekikhacheva // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – Vol. 1889(3). – 032033.

8. Prikaz № 552 ot 13 dekabrya goda «Ob utverzhdenii normativov kachestva vody vodnyh objektov rybohozyaystvennogo znacheniya, v tom chisle normativov predelno dopustimyh kontsentratsij vrednyh veshchestv v vodah vodnyh objektov rybohozyaystvennogo znacheniya» (s izm. na 10.03.2020). https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_211155/

9. Postanovlenie Pravitelstva RF № 2398 ot 31.12.2020 «Ob utverzhdenii kriteriev otneseniya objektov, okazyvayushchih negativnoe vozdejstvie na okruzhayushchuyu sredu, k objektam I, II, III i IV kategorij» (v red. Postanovleniya Pravitelstva RF ot 07.10.2021 № 1703) <https://www.zakonrf.info/postanovlenie-pravительство-rf-2398-31122020/>

10. Federalny zakon «Ob ohrane okruzhayushchej sredy» ot 10.02.2001 № 7-FZ: prinyat GD RF 20.12.2001 (poslednyaya redaktsiya). <https://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-10.01.2002-N-7-FZ/>

11. Postanovlenie Pravitelstva RF ot 03.03.2017 № 255 «Ob ischislenii i vzmianii platy za negativnoe vozdejstvie na okruzhayushchuyu sredu» (s izm. na 17.08.2020). <https://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-10.01.2002-N-7-FZ/>

12. Prikaz Minprirody 10.12.2020 № 1043 «Ob utverzhdenii Poryadka predstavleniya deklaratsii o plate za negativnoe vozdejstvie na okruzhayushchuyu sredu i ee formy ». https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_373329/

13. Postanovlenie Pravitelstva RF ot 13.02.2019 № 149 «O razrabotke, ustanovlenii i peresmotre normativov kachestva okruzhayushchej sredy dlya himicheskikh i fizicheskikh pokazatelej sostoyaniya okruzhayushchej sredy, a takzhe ob utverzhdenii normativnyh dokumentov v oblasti ohrany okruzhayushchej sredy, ustanavlivayushchih tehnologicheskie pokazateli naluchshih dostupnyh tehnologij» <https://rulaws.ru/government/Postanovlenie-Pravitelstva-RF-ot-13.02.2019-N-149/>

14 Razrabotka tehnologij i tehicheskikh reshenij po ochistke kollektorno-drenazhnogo i poverhnostnogo

стока с орошаемых площадей для обеспечения экологически безопасной эксплуатации мелиоративных систем: Отчет о НИР / Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А.К. Кортунова, ФГБОУ ВО Донской ГАУ; рук. Т.И. Дрововозова. – Новочеркасск, 2019. – 179 с.

15. **Гмурман В.Е.** Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие. – 7-е изд., стер. – М.: Высшая школа, 2001. – 479 с.

16. **Ивановский Р.** Компьютерные технологии в науке. Практика применения систем Mathcad Pro. – М.: Высшая школа, 2003.

17. **Возняк А.А., Лепихин А.П.** Разработка региональных ПДК: необходимость, методика, пример // Географический вестник – Geographical bulletin. – 2018. – № 2(45). – С. 103-115. DOI: 10.17072/2079-7877-2018-2-103-115.

18. **Лепихин А.П., Возняк А.А.** Статистические функции распределения гидрохимических показателей качества воды // Водное хозяйство России. – 2012. – № 4. – С. 21-32.

19. Методические указания по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты. – М., 2008.

20. **Никаноров А.М.** Масштабы подтопления, режим и качество грунтовых вод застроенных территорий юга Ростовской области / А.М. Никаноров, О.Б. Барцев, Д.Н. Гарькуша, Е.А. Зубков // Вестник Южного научного центра РАН. – 2015. – Т. 11, № 3. – С. 66-80.

21. **Зубков Е.А.** Грунтовые воды юга Ростовской области и их влияние на подтопление территорий населенных пунктов: Дис. ... канд. геогр. наук. – Ростов-на-Дону, 2017. – 185 с.

22. Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий»: постановление главного государственного санитарного врача РФ от 28 января 2021 г. № 3. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400189764/>.

Критерии авторства

Дрововозова Т.И., Марыгин В.О. выполнили теоретические исследования, на основании которых провели обобщение и написали рукопись. Имеют на статью авторское право и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 06.09.2022

Одобрена после рецензирования 18.10.2022

Принята к публикации 25.10.2022

стока s oroshaemyh ploshchadej dlya obespecheniya ekologicheskoy bezopasnoj expluatatsii meliorativnyh system: otchet o NIR / Novocherk. inzh. – melior. in-t im. A.K. Kortunava FGBOU VO Donskoj GAU; ruk. T.I. Drovovozova. – Novocherkassk, 2019. – 179 s.

15. **Gmurman V.E.** Teoriya veroyatnostej i matematicheskaya statistika: ucheb. Posobie dlya vuzov. 7-e izd., ster. – M.: Vyssh. shk., 2001. – 479 s.

16. **Ivanovsky R.** Kompyuternye tehnologii v nauke. Praktika primeneniya sistem Mathcad Pro. – M.: Vyssh. shk. 2003.

17. **Voznyak A.A., Lepihin A.P.** Razrabotka regionalnyh PDK: neobhodimost, metodika, primer // Geografichesky vestnik = Geographical bulletin. – 2018. – № 2(45). – S. 103-115. DOI: 10.17072/2079-7877-2018-2-103-115

18. **Lepihin A.P., Voznyak A.A.** Statisticheskie funktsii raspredeleniya gidrohimicheskikh pokazatelej kachestva vody // Vodnoe hozyajstvo Rossii. – 2012. – № 4. – S. 21-32.

19. Metodicheskie ukazaniya po razrabotke normativov dopustimogo vozdejstviya na vodnye objekty. – M., 2008.

20. **Nikanorov A.M.** Masshtabnye podgotovleniya, rezhim i kachestvo gruntovyh vod zastroennyh territorij yuga Rostovskoj oblasti / O.B. Bartsev, D.N. Garjkusha, E.A. Zubkov // Vestnik Yuzhngo nauchnogo tsentra RAN. – 2015. – T. 11, № 3. – S. 66-80.

21. **Zubkov E.A.** Gruntovye vody yuga Rostovskoj oblasti i ih vliyanie na podtoplenie territorij naselennyh punktov: Dis... kand. geogr. nauk. – Rostov-na-Donu, 2017. – 185 s.

22. Postanovlenie Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha RF ot 28.01.2021 № 3 «Ob utverzhdenii sanitarnykh pravil i norm SanPiN 2.1.3684-21 «Sanitarno-epidemiologicheskie trebovaniya k soderzhaniyu territorij gorodskih i selskih poselenij, k vodnym objektam, pitjevoj vode i pitjevomu vodosnabzheniyu, atmosfernomu vozduhu, pochvam, zhilym pomescheniyam, expluatatsii proizvodstvennyh, obshchestvennyh pomeschenij, organizatsii i provedeniyu sanitarno-protivoepidemicheskikh (profilakticheskikh) meropriyatij». <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400189764/>

Criteria of authorship

Drovovozova T.I., Marygin V.O. carried out theoretical studies, on the basis of which they generalized and wrote the manuscript.

Criteria of authorship

Drovovozova T.I., Marygin V.O. have a copyright on the article and are responsible for plagiarism.

Conflict of interests

The authors state that there are no conflicts of interests

The article was submitted to the editorial office 06.09.2022

Approved after reviewing 18.10.2022

Accepted for publication 25.10.2022