

Оригинальная статья

<https://doi.org/10.26897/1997-6011-2024-4-20-25>

УДК 631.674.3:626.86



МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ДРЕНАЖНЫХ ВОД НА ВОДНЫЙ ОБЪЕКТ

Т.И. Дрововозова

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»; 346421, Ростовская обл., Новочеркасск, пр. Баклановский, 190, Россия

Аннотация. Цель работы – применение действующих методологических подходов к оценке негативного воздействия дренажных вод на водный объект, установление динамики концентраций веществ на участке от места выпуска сточных/дренажных вод до контрольного створа. Объектом исследований являлся коллектор, отводящий дренажный сток в реку Дон. Изучаемая проблема особенно актуальна в связи с проводимыми мероприятиями по предотвращению деградации водного объекта в соответствии с распоряжением Правительства РФ от 21 июля 2021 г. № 2012-р. Рассчитаны концентрации веществ в максимально загрязненной струе на участке от места выпуска сточных/дренажных вод до контрольного створа ($l = 500$ м) на примере коллектора, отводящего дренажный сток в р. Дон. Показано, что если в фоновом створе концентрация вещества равна или ниже предельно допустимой, то при сбросе дренажных вод с превышениями нормативных концентраций веществ и последующем их разбавлении расходом реки при многократном его превышении над расходом дренажных вод ($q/Q = 0,0002$) в контрольном створе может быть достигнута ПДК либо превышение фактической концентрации над нормативной ниже в 1,2-2 раза по сравнению с таковым для створа выпуска. Соответственно рекомендуется при установлении размера вреда, причиненного водному объекту от сброса дренажных вод, руководствоваться фактическими концентрациями в контрольном створе, а не в створе выпуска дренажных вод.

Ключевые слова: дренажные воды, контрольный створ, створ выпуска, фоновые концентрации, фактические концентрации, разбавление

Формат цитирования: Дрововозова Т.И. Методологические подходы к оценке негативного воздействия дренажных вод на водный объект // Природообустройство. 2024. № 4. С. 20-25. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2024-4-20-25>

Scientific article

METHODOLOGICAL APPROACHES TO ASSESSING THE NEGATIVE IMPACT OF DRAINAGE WATER ON A WATER BODY

T.I. Drovovozova

Federal state budgetary scientific institution "Russian research institute of land reclamation Problems"; 346421, Rostov region, Novocherkassk, 190 Baklanovsky ave., Russia

Abstract. The purpose of the work is to apply existing methodological approaches to assessing the negative impact of drainage water on a water body, to establish the dynamics of concentrations of substances in the area from the place of discharge of wastewater/ drainage water to the control gate. The object of the study was a collector diverting drainage runoff into the Don River. The problem under study is especially relevant in connection with the ongoing measures to prevent degradation of a water body in accordance with the decree of the Government of the Russian Federation dated 07.21.2021 № 2012-r. The concentrations of substances in the most polluted jet in the area from the place of discharge of wastewater/drainage water to the control gate ($l = 500$ m) were calculated using the example of a collector diverting drainage runoff into the Don River. It is shown that if the concentration of a substance in the background is equal to or below the maximum permissible concentration, then when drainage water are discharged with excess of the standard concentrations of substances and their subsequent dilution by the flow rate of the river with its multiple excess over the flow rate of drainage water ($q/Q = 0,0002$), the maximum permissible concentration can be reached in the control range, or the actual concentration exceeds the standard is 1,2 – 2 times lower than that for the outlet. Accordingly, it is recommended that, when determining the amount of damage caused to a water body from the discharge of drainage water, be guided by the actual concentrations in the control range, and not in the drainage water discharge range.

Key words: drainage water, control channel, outlet channel, background concentrations, actual concentrations, dilution

Format of citation: Drovovozova T.I. Methodological approaches to assessing the negative impact of drainage water on a water body // Prirodobustrojstvo. 2024. № 4. P. 20-25. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2024-4-20-25>

Введение. В настоящее время все объекты, на которых осуществляется хозяйственная деятельность, в зависимости от степени воздействия на окружающую среду поделены на категории. Для объектов III категории законодательно отменена необходимость расчета нормативно допустимого сброса (ст. 22, п. 4 ФЗ-7) [1]. Организации, эксплуатирующие объекты III категории, фактическую массу или объем сброса загрязняющих веществ принимают за нормативно допустимый при осуществлении платы за негативное воздействие на окружающую среду в соответствии со ст. 16 ч. 8 ФЗ-7 «Об охране окружающей среды» [1, 2].

Согласно ст. 20, ст. 21 ФЗ-7 и ст. 35 ФЗ-74 «Водный кодекс» устанавливаются требования к соблюдению нормативов качества окружающей среды, в том числе предельно допустимых концентраций для водных объектов (ПДК) [1, 3, 4].

До подразделения на категории объектов, на которых осуществляется хозяйственная деятельность, все водопользователи имели допустимые концентрации веществ в сточных водах, отводимых в водный объект, которые рассчитывались с учетом фоновых концентраций. На сегодняшний день применяется методика расчета НДС только для объектов I и II категорий [5]. Данная методика обязательно учитывает процессы разбавления сточных вод, биохимической деструкции неконсервативных веществ, кратность разбавления при их поступлении в водоток, гидравлические условия водотока. Кратность основного разбавления рассчитывают по методам В.А. Фролова – И.Д. Родзиллера или А.В. Караушева [5-9]. В том и другом случаях подход является единым: при сбросе сточных вод концентрации всех веществ, поступающих с ними, не должны превышать норматив в контрольном створе после соответствующего разбавления с водами водотока.

Существующие методологические подходы к расчету допустимой концентрации вещества к сбросу в водный объект дифференцируют их по способности к биохимической деструкции в водной среде на консервативные и неконсервативные. Соответственно формулы расчета допустимой концентрации имеют следующий вид:

– для растворенных консервативных веществ

$$S_{\text{ст}} = n(S_{\text{нор}} - S_{\text{ф}}) + S_{\text{ф}}; \quad (1)$$

– для неконсервативных веществ

$$S_{\text{ст}} = \frac{S}{10^{-E_q \cdot t}} + (n - 1) \frac{(S_{\text{нор}} - S_{\text{ф}})}{10^{-K_q \cdot t}}, \quad (2)$$

где $S_{\text{нор}}$ – предельно допустимая концентрация вещества, мг/дм³; $S_{\text{ф}}$ – фоновая концентрация вещества в водотоке, мг/дм³; n – кратность разбавления; t – время перемещения воды от места выпуска сточных вод до контрольного створа, сут.; K_q – динамический коэффициент неконсервативности [5].

Кратность основного разбавления n_0 определяется по формуле 3 (метод В.А. Фролова – И.Д. Родзиллера) [5, 8, 9]:

$$n_0 = \frac{\gamma Q + q}{q} \quad (3)$$

при выполнении условия $0,0025 < \frac{q}{Q} < 0,1$, где

q – расход сточных вод, м³/с; Q – расход водотока, м³/с.

Основной недостаток рекомендованной методики заключается в том, что устанавливаются границы отношения $\frac{q}{Q}$ и предполагается выполнение условия $S_{\text{фон}} < S_{\text{нор}}$ [8-10].

В случае невыполнения условия В.А. Фролова – И.Д. Родзиллера кратность основного разбавления считают по методике А.В. Караушева [5]:

$$n = (S_{\text{ст}} - S_{\text{ф}}) / (S_{\text{макс}} - S_{\text{ф}}), \quad (4)$$

где $S_{\text{ст}}$ – концентрация загрязняющего вещества в сточных водах, г/м³; $S_{\text{макс}}$ – максимальная концентрация загрязняющего вещества в поперечном сечении водотока, находящемся на контрольном расстоянии от створа выпуска сточных вод вниз по течению, г/м³; $S_{\text{ф}}$ – фоновая концентрация вещества в водотоке, г/м³ [5, 13].

В настоящее время с упразднением методики расчета НДС сточных/дренажных вод для объектов III категории требования к соблюдению нормативов устанавливаются уже в створе выпуска сточных/дренажных вод без учета процессов смешения и разбавления в водотоке. Это является неправильным подходом с гидрохимической точки зрения и наносящим экономический ущерб организациям, эксплуатирующим объекты III категории.

Поскольку большая часть бассейна Нижнего Дона ниже впадения реки Северский Донец находится в зоне влияния поверхностного

стока с сельскохозяйственных земель, то р. Дон испытывает интенсивную антропогенную нагрузку от поступления сельскохозяйственных сточных/дренажных вод. В настоящее время разрабатываются водоохранные мероприятия по предотвращению деградации водного объекта, что определяет актуальность исследований по оздоровлению р. Дон в соответствии с распоряжением Правительства РФ от 21 июля 2021 г. № 2012-р [11].

Коллекторно-дренажная сеть мелиоративного комплекса отнесена к объектам III категории, то есть объектам незначительного воздействия на окружающую среду. Тем не менее с дренажным стоком поступает значительное количество веществ, концентрация которых не соответствует установленным федеральным нормативам, в связи с чем эксплуатирующим организациям вменяют административное правонарушение за причиненный ущерб водному объекту [12].

В настоящее время нормативные правовые акты содержат требование: если фоновая концентрация выше ПДК, то норматив ПДК применяется к самим сточным/дренажным водам. Поэтому исследования, направленные на выявление закономерностей динамики загрязняющих веществ, поступающих в водную среду с дренажным стоком, являются весьма актуальными.

Цель исследований: применение действующих методологических подходов к оценке негативного воздействия дренажных вод на водный объект, установление динамики концентраций веществ на участке от места выпуска сточных/дренажных вод до контрольного створа.

Материалы и методы исследований. Исходными материалами для расчета являлись результаты протоколов испытаний природной и сточной/дренажной воды, а также морфометрические характеристики р. Дон в створе выпуска, в который осуществляется сброс коллекторно-дренажных вод (КДВ), предоставленные гидрогеолого-мелиоративной партией – филиалом Управления «Ростовмелиоводхоз».

Концентрация консервативного вещества, изменяющаяся только за счет разбавления, в контрольном створе рассчитывается по формуле:

$$S_{\text{макс}} = S_{\text{п}} + (S_{\text{ст}} - S_{\text{п}}) \cdot e^{-\alpha \cdot l}, \quad (5)$$

где l – расстояние от места выпуска сточных вод до расчетного створа, м; α – коэффициент, учитывающий гидравлические условия в реке [5].

Концентрация неконсервативных веществ уменьшается вследствие разбавления и его биохимической деструкции и в контрольном створе определяется по формуле:

$$S_{\text{макс}} = \left(S_{\text{ф}} + \frac{S_{\text{ст}} - S_{\text{ф}}}{n} \right) \cdot e^{-K_q \cdot t}, \quad (6)$$

где t – время перемещения воды от места выпуска сточных вод до расчетного створа, сут.; K_q – динамический коэффициент неконсервативности [5, 10, 13].

Для БПК максимальное значение показателя в контрольном створе рассчитывается по формуле:

$$S_{\text{макс}} = \left(S_{\text{ф}} + \frac{S_{\text{ст}} - S_{\text{ф}}}{n} \right) \cdot 10^{-0,1 \cdot t}. \quad (7)$$

Результаты и их обсуждение. С учетом морфометрических характеристик р. Дон в створе выпуска КДВ и среднегодовых фактических объемов отведения КДВ из коллектора, отводящего дренажный сток в р. Дон на данном участке, проверка условия В.А. Фролова – И.Д. Родзиллера показала отношение $q/Q = 0,0002$, что указывает на его невыполнение.

Наиболее неблагоприятными гидрохимическими показателями в дренажных водах, содержание которых систематически превышает ПДК_{рх}, являются сульфаты, фосфаты, железо, нефтепродукты (НФПР), АСПАВ и показатель БПК₅.

В таблице приведено превышение средних фактических концентраций вышеуказанных показателей ($S_{\text{ст}}$) в створе выпуска и в контрольном створе ($S_{\text{макс}}$), а также расчетных концентраций показателей в максимально загрязненной створе ($S'_{\text{макс}}$) по сравнению с ПДК_{рх}.

Таблица 1. Экологическая оценка дренажной воды в створе выпуска и в контрольном створе водотока

Table 1. Ecological assessment of drainage water in the outlet range and in the control range of the watercourse

Показатель Indicator	$S_{\text{нор}}$, мг/дм ³ $S_{\text{нор}}$, mg / dm ³	$S_{\text{ст}}/S_{\text{нор}}$ $S_{\text{ст}}/S_{\text{нор}}$	$S_{\text{макс}}/S_{\text{нор}}$ $S_{\text{макс}}/S_{\text{нор}}$	$S'_{\text{макс}}$, мг/дм ³ $S'_{\text{макс}}$, mg / dm ³	$S'_{\text{макс}}/S_{\text{нор}}$ $S'_{\text{макс}}/S_{\text{нор}}$
БПК ₅ / BOD ₅	2,1	1,98	1,76	3,5570	1,7
Сульфаты / Sulfates	100	1,46	1,15	100,500	1,0
Железо / Iron	0,1	1,83	1,4	0,1108	1,1
Фосфаты по P / Phosphates by P	0,2	1,82	1,6	0,2710	1,4
НФПР / NFPPR	0,05	1,87	1,0	0,0503	1,0
АСПАВ / ASPAV	0,1	8,97	3,8	0,385	3,85

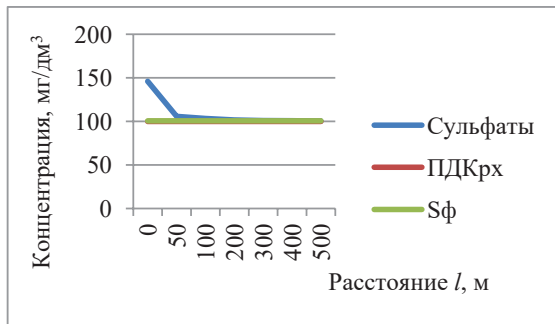
При поступлении дренажных вод в водоток происходит их разбавление водами реки, биохимическая деструкция неконсервативных веществ. Поэтому оценку качества дренажных вод правильно проводить не в створе выпуска ДВ, а в контрольном створе, расположенном в 500 м ниже по течению от места сброса. Именно в последнем створе необходимо проверять выполнение санитарно-гигиенического условия:

$$\frac{S_i}{S_{нор i}} \leq 1.$$

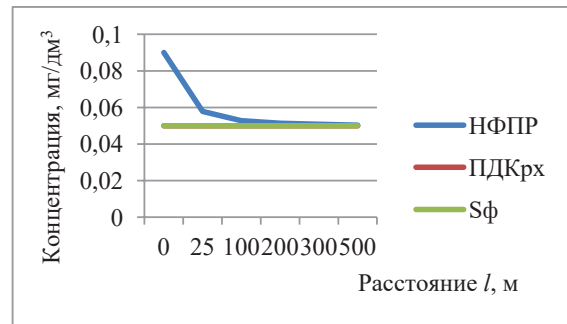
Динамика концентраций веществ на участке от места выпуска сточных/дренажных вод до контрольного створа это подтверждает (рис. 1).

Динамика показала, что при отношении $q/Q = 0,0002$ в контрольном створе концентрация вещества выравнивается с фоновой. Если фоновая совпадала с ПДК_{рх}, то в контрольном створе $S_{макс} = S_{ф} = ПДК_{рх}$, даже если в самих сточных водах концентрация этого вещества была намного выше (рис. 1а, 1б).

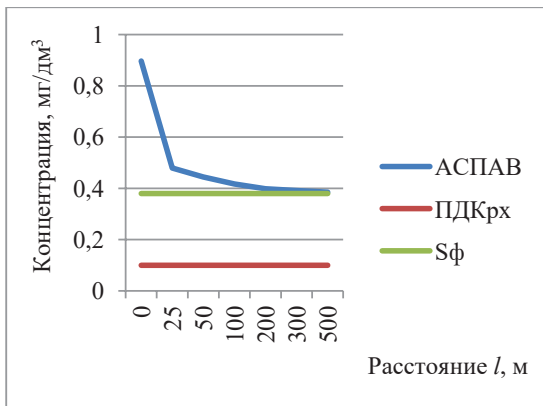
Как уже отмечалось, если фоновая концентрация выше ПДК_{рх}, то норматив ПДК



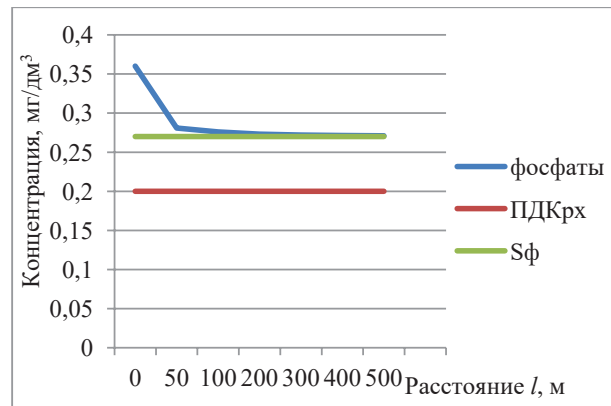
а)



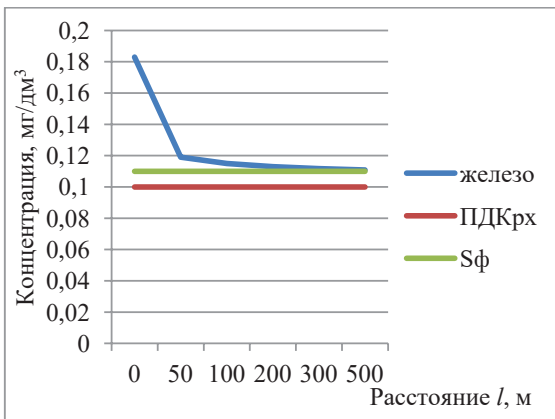
б)



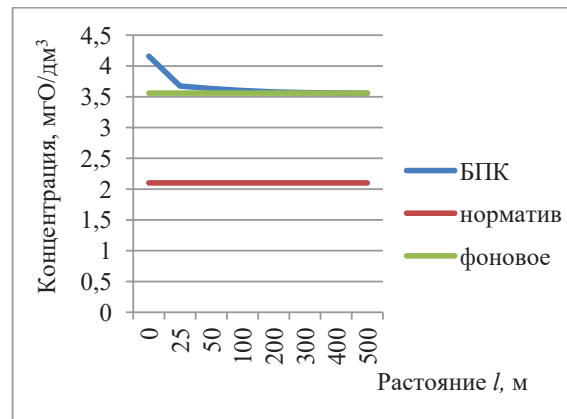
в)



г)



д)



е)

Рис. 1. Динамика концентрации веществ на участке от створа сброса ДВ до контрольного створа:

а) сульфаты, б) нефтепродукты, в) АСПАВ, г) фосфаты по фосфору, д) железо общее, е) БПК

Fig. 1. Dynamics of the concentration of substances in the section from the discharge range of the DW up to the control range:

a) sulfates, b) oil products, c) ASPAV, d) phosphates by phosphorus, e) total iron, f) BOD

применяется к самым сточным/дренажным водам. При многократном превышении расхода реки над расходом дренажных вод такое требование является неправомерным, поскольку при смешении вод в контрольном створе концентрация вещества совпадет с фоновой, и ПДК_{рх} достигнуто не будет. Такая динамика показана на примере БПК (рис. 2).

Это является особенно актуальным в связи с расчетом размера вреда, причиненного водному

объекту, поскольку в контрольном створе превышение над ПДК_{рх} ниже, чем в месте выпуска, а для некоторых веществ становится равным. Кроме того, при сбросе дренажных вод с расходом меньше единицы м³/с в крупные водотоки, характеризующиеся расходами в сотни м³/с, при оценке размера вреда целесообразно сопоставлять фактические концентрации с фоновыми значениями в контрольном створе, а не в створе выпуска.

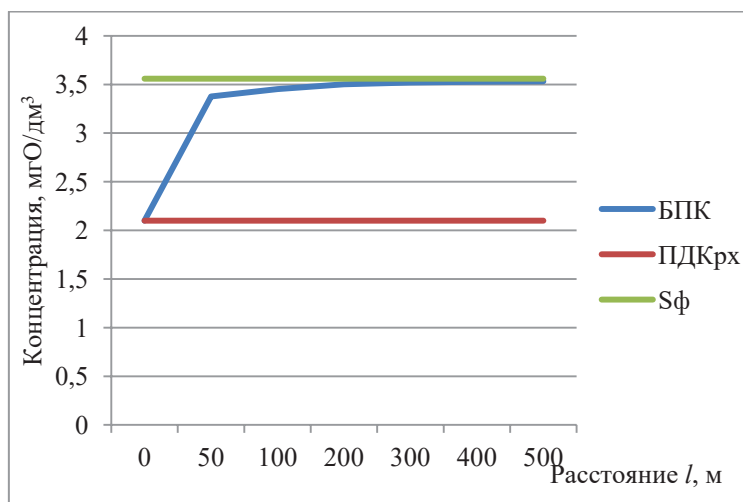


Рис. 2. Расчетная динамика показателя БПК при условии, что $S_{ст} = ПДК_{рх}$

Fig. 2. Estimated dynamics of the BOD indicator, provided that $S_{st} = MPC_{rh}$

Выводы

Установлено, что при превышении фоновой концентрации вещества над предельно допустимой при сбросе нормативно чистых дренажных вод и последующем их разбавлении расходом реки при многократном его превышении над расходом дренажных вод в контрольном створе значение концентрации будет равно фоновому, а не ПДК. Если в фоновом створе концентрация вещества равна или ниже предельно допустимой,

то при сбросе дренажных вод с превышениями нормативных концентраций веществ при многократном превышении расхода реки над расходом дренажных вод в контрольном створе может быть достигнута ПДК. Поэтому рекомендуется при установлении размера вреда, причиненного водному объекту от сброса ДВ, руководствоваться фактическими концентрациями в контрольном створе, а не в створе выпуска дренажных вод.

Список использованных источников

1. Об охране окружающей среды: Федеральный закон: принят Государственной Думой 20 декабря 2001 г. № 7 (последняя редакция) // Консультант-Плюс. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/.
2. Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий (в ред. Постановления Правительства РФ от 7 октября 2021 г. № 1703): Постановление Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2020 г. № 2398.
3. Водный кодекс Российской Федерации: Федеральный закон № 74: принят Государственной Думой 12 апреля 2006 г., с изм. на 2 июня 2021 г. //
4. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций

References

1. On environmental protection: Feder. Law No. 7: [adopted by the State Duma on 20.12.2001 (latest edition)]. Consultant Plus. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/
2. On approval of criteria for classifying objects that have a negative impact on the environment as objects of categories I, II, III and IV (as amended. Decree of the Government of the Russian Federation dated 07.10.2021 No. 1703): decree of the Government of the Russian Federation. Federation No. 2398 dated 12/31/2020. Access from the help. Techexpert systems.
3. The Water Code of the Russian Federation: Feder. Law No. 74: [adopted by the State Duma on 04/12/2006 (as amended on 06/02/2021)]. Access from the help.
4. On approval of water quality standards for water bodies of fishery importance, including standards for maximum permissible concentrations of harmful substances

вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения: Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 13 декабря 2016 г. № 552. URL: docs.cntd.ru/document/420389120.

5. Об утверждении методики разработки нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ в водные объекты для водопользователей: Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 29 декабря 2020 г. № 1118 // Консультант-Плюс. URL: <https://www.consultant.ru/document/cons>.

6. **Караушев А.В.** Теория и методы расчетов наносов и качества вод в реках и водоемах // Избранные труды. СПб.: Изд-во «Арт-Экспресс», 2013. 250 с.

7. **Караушев А.В., Алексеев Л.П.** Методика расчета предельно допустимых сбросов сточных вод в реки и водоемы // В кн.: Научные основы рационального использования, охраны и управления водными ресурсами. М.: Изд-во МГУ, 1983. Ч. 2. 205 с.

8. **Фролов В.А.** Определение степени смешения сточных вод с водой водотока (реки) // Производственные сточные воды. Вопросы очистки. М.:Медгиз, 1950. Вып. II. С. 134-141.

9. **Родзиллер И.Д.** К вопросу о расчете смешения сточных вод в реке. М.: ВНИИВОДГЕО, 1954. 30 с.

10. **Лепихин А.П.** К проблеме корректности методов расчета и задания исходной гидрологической и гидрохимической информации при регламентации техногенных воздействий на водные объекты / Возняк А.А., Тиунов А.А., Богомолов А.В. // Водное хозяйство России. 2017. № 1. С. 58-77.

11. План мероприятий по оздоровлению Дона: Распоряжение Правительства РФ от 21 июля 2021 г. № 2012-р. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107230006>.

12. Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства: Приказ Минприроды России от 13 апреля 2009 г. № 87.

13. **Белозеров Д.А.** Совершенствование методики разработки нормативов допустимых сбросов веществ в водные объекты для водопользователей // Вестник Воронежского государственного университета. Серия «Геология». 2011. № 2. С. 186-193.

Об авторе

Дрововозова Татьяна Ильинична, д-р техн. наук, доцент, ведущий научный сотрудник; SPIN-код: 7011-0905, ORCID: 0000-0002-8724-7799, tid70.drovovozova@yandex.ru

Критерии авторства / Criteria of authorship

Дрововозова Т.И. выполнила практические и теоретические исследования, на основании которых провела обобщение и написала рукопись, имеет на статью авторское право и несет ответственность за плагиат.

Поступила в редакцию / Received at the editorial office 27.03.2024

Поступила после рецензирования / Received after peer review 09.08.2024

Принята к публикации / Accepted for publication 09.08.2024

in the water of water bodies of fisheries importance: Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation dated December 13, 2016 No. 552. – URL: docs.cntd.ru/document/420389120 .

5. On approval of the methodology for the development of standards for permissible discharges of pollutants into water bodies for Water users: Order No. 1118 of the Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation dated December 29, 2020. ConsultantPlus. URL: <https://www.consultant.ru/document/cons>

6. **Karaushev A.V.** Theory and methods of calculation of sediments and water quality in rivers and reservoirs. Selected works. St. Petersburg: Art – Express Publishing House. 2013. 250 p.

7. **Karaushev A.V.** Methodology for calculating the maximum permissible wastewater discharges into rivers and reservoirs / (co-author L.P. Alekseev) / In the book. Scientific foundations of rational use, protection and management of water resources, part 2, Moscow: Publishing House of Moscow State University, 1983. 205 p.

8. **Frolov V.A.** Determination of the degree of mixing of wastewater with water of a watercourse (river) // Collection. Industrial wastewater. Questions about the layout. Issue II. M.: Medgiz. 1950. P. 134-141.

9. **Rodziller I.D.** On the issue of calculating the mixing of wastewater in the river. M.: VNIIVODGEO. 1954. 30 p.

10. **Lepikhin A.P.** On the problem of correctness of calculation methods and assignment of initial hydrological and hydrochemical information in the regulation of anthropogenic impacts on water bodies / A.P. Lepikhin, A.A. Wozniak, A.A. Tiunov, A.V. Bogomolov. // Water industry of Russia. 2017. No. 1. P. 58-77.

11. Action plan for the improvement of the Don: Decree of the Government of the Russian Federation dated 07/21/2021 No. 2012-R. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107230006>

12. On approval of the Methodology for calculating the amount of damage caused to water bodies as a result of violation of water legislation: Order No. 87 of the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation dated April 13, 2009. Access from the IS "Techexpert: 6th generation" Intranet.

13. **Belozеров D.A.** Improving the methodology for developing standards for permissible discharges of substances into water bodies for water users / Bulletin of the Voronezh State University. Series: Geology. 2011. No. 2. P. 186-193.

About the author

Tatjana I. Drovovozova, DSc (Eng), associate professor, leading researcher; SPIN-code: 7011-0905, ORCID: 0000-0002-8724-7799, tid70.drovovozova@yandex.ru

Drovovozova T.I. carried out practical and theoretical studies, on the basis of which she generalized and wrote the manuscript. She has a copyright on the article and is responsible for plagiarism.