

regime of water flow in the downstream. The basis of the research is a system of differential equations that describes the non-stationary mode of water flow at ponds conjunction of hydraulic structures. There is given a structure determination of the water oscillatory movement at pools conjunction. The hypotheses analysis of the various forms formation of the flow free surface, as well as conditions for the hydraulic jump formation in the channel of the water flow is given. Five hypotheses were marked that determined the energy loss of the water flow in the hydraulic jump at the conjunction of pools of hydraulic structures. According to the results of the analysis, there was established the presence of the oscillatory process formed by the open volume of water mass. The asymptotic method is given for calculations in the area of extreme parameters as the most effective one. There is given an assessment of the stability of the solution of the differential equation describing stationary nonlinear oscillations in the downstream according to A.M. Lyapunov theory. The theory describing the oscillatory nature of water movement is based on the Balthazar Van der Paul equation. The qualitative analysis of the Van der Pol equation made it possible to determine the factor that influences the formation of the oscillatory motion of water flow. The results obtained allow obtaining reliable engineering solutions for calculating the parameters of the oscillatory movement of water flow based on the asymptotic methods.

Oscillatory regime of water flow, depth of flow, period of oscillation, conjugation of pools.

References

1. **Tarasevich Yu.Yu.** Percolyatsiya: teoriya, prilozheniya, algoritmy. – M.: URSS, 2002. – 310 s.
2. **Goryachenko V.D.** Elementy teorii kolebanij: uchebnoe posobie. – Krasnoyarsk: Izd-vo Krasnoyarskogo universiteta, 1995. – 358 s.
3. **Kuzmina R.P.** Asimptoticheskie metody dlya obyknovennykh differentsialnykh uravnenij. – M.: Editorial URSS, 2003. – 380 s.
4. **Guckenheimer J., Holmes F.** Nelinejnye kolebaniya, dinamicheskie sistemy i bifurkatsii vektornykh polej. – Moskva – Izhevsk: Institut kompjuternykh issledovanij, 2002. – 400 s.
5. **Bogolyubov N.N., Mitropolsky Yu.A.** Asimptoticheskie metody v teorii nelinejnykh kolebanij. – M.: Gostekhizdat, 1955. – 350 s.
6. **J. Cole** Metody vozmushchenij v prikladnoj matematike. – M.: Mir, 1972. – 379 s.
7. **Marsden J.E., Chorin A.** Matematicheskie osnovy mehaniki zhidkosti M. – Izhevsk: NITS «Regularnaya i haoticheskaya dinamika», 2004. – 405 s.

The material was received at the editorial office
17.12.2019

Information about authors

Fartukov Vasily Aleksandrovich, candidate of technical sciences, associate professor of the department of hydrotechnical structures, FSBEI HE RSAU-MAA named after C.A. Timiryazev; 127550, Moscow, B. Akademicheskaya, 44; e-mail: vasfar@mail.ru

Khanov Nartmir Vladimirovich, doctor of technical sciences, head of the department of hydrotechnical structures; FSBEI IN RGAU-MAA named after C.A. Timiryazev; 127550, Moscow, B. Akademicheskaya, 44; e-mail: vkhanov@yahoo.com

Zemlyannikova Marina Vladimirovna, candidate of technical sciences, associate professor of the department of hydrology, hydrogeology and flow regulation, FSBEI IN RGAU-MAA named after C.A. Timiryazev; 127550, Moscow, Pryanishnikova, 19; e-mail: vasfar@mail.ru

УДК 502/504:556.5

DOI 10.34677/1997-6011/2020-1-129-136

Н.П. КАРПЕНКО, И.В. ГЛАЗУНОВА, М.В. БАРСУКОВА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Российская Федерация»

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РАБОТ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРИРОДООХРАННЫХ СООРУЖЕНИЙ НА ВОДОСБОРАХ РЕК

Рассмотрены вопросы экологической безопасности при проведении работ по эксплуатации и восстановлению природоохранных сооружений на водосборе реки Юза. Было проанализировано экологическое состояние природоохранных сооружений

и составлена классификация эксплуатируемых сооружений с учетом неблагоприятных техногенных воздействий. Выполнена классификация эксплуатационных и восстановительных работ по уровню техногенной опасности и локализации, и представлена структура затрат на обеспечение безопасности выполняемых работ. Для повышения экологической безопасности при эксплуатации природоохранных сооружений был разработан и применен комплексный подход, включающий вопросы безопасности при эксплуатации и восстановлении природоохранных сооружений, применяемых для очистки поверхностных вод с учетом охраны труда и безопасности работ, проводимых на эксплуатируемых сооружениях. Для рассматриваемого объекта проведено обобщение и выполнена статистическая обработка результатов исследований по неблагоприятным воздействиям, опасным и экологически вредным техногенным факторам при эксплуатации и восстановлении различных сооружений. Выполнена оценка качества сбросов поверхностных сточных вод и эффективности очистки поступающих на сооружения поверхностных стоков по обобщенному показателю неблагоприятного экологического воздействия. Для повышения и обеспечения экологической безопасности разработана система водоохранных мероприятий на водосборе реки Яуза и даны рекомендации по организационным мероприятиям в соответствии с современными требованиями.

Безопасность, эксплуатация и восстановление водных объектов; природоохранные сооружения, очистка поверхностных вод, негативные техносферные факторы, водоохранные мероприятия.

Введение. В настоящее время обостряется проблема экологического состояния водных объектов и водосборов малых рек для Московского региона и возникает необходимость их восстановления и реабилитации [1, 2]. Повышение экологической безопасности при эксплуатации и восстановлении природоохранных мероприятий на водных объектах является одним из наиболее важных вопросов в общей проблеме экологической безопасности окружающей среды, особенно на урбанизированных территориях, для которых, как правило, разрабатывается полноценная система отведения и очистки поверхностных сточных вод [3, 4, 5]. Подобная система действует в пределах г. Москвы и представляет собой развитую коллекторно-речную сеть, включающую в себя всю гидрографическую сеть города, частично заключенную в коллекторы, и водосточную сеть, которая охватывает до 90% территории мегаполиса. Протяженность водосточных сетей в городе Москве составляет свыше 7000 км и является одной из самых длинных водосточных сетей в мире, а через водосточную сеть города в водные объекты сбрасывается до 500 млн м³ поверхностного стока [6].

Для обеспечения экологической и техногенной безопасности необходимы эксплуатация, ремонт и восстановление природоохранных сооружений на водосборах рек, таких как коллекторы дождевой канализации, водосточные сети, открытые русла малых рек и ручьев, водоемов, очистные и другие

природоохранные гидротехнические сооружения, а также экологический контроль качества поверхностных стоков и воды в водных объектах. Развитие дождевой канализации идет постоянно, особенно после присоединения к Москве новых территорий. При этом проводится постоянная оценка состояния водосточных сетей и других природоохранных сооружений, которые требуют надлежащего содержания и регламентной эксплуатации для обеспечения экологической и техногенной безопасности как для города, так и при проведении самих работ.

Вследствие большого разнообразия природоохранных сооружений и видов работ по их эксплуатации и восстановлению на водосборах рек, которые выполняются в различных локализациях – на воде, под водой, в колодцах, камерах замкнутого типа, на очистных сооружениях, на водосборе реки, наземных водонаправляющих, водосборных, берегоукрепительных, подпорных и других сооружениях, необходимо рассмотрение таких вопросов, как проведение анализа и разработка классификаций сооружений и видов работ по эксплуатации и восстановлению по категориям безопасности, типам обслуживаемых сооружений и видам неблагоприятных воздействий, опасным и вредным техногенным факторам. Рассматриваемые вопросы повышения экологической безопасности при эксплуатации и восстановлении природоохранных мероприятий на водных объектах, включающие анализ динамики аварийности

при проведении работ и комплекс водоохран- ных мероприятий, являются актуальными вопросами и представляют особый интерес для специалистов в области экологии, природо- пользования и техносферной безопасности.

Методы и результаты исследова- ний. Объектом исследований являлись при- родоохранные сооружения на участке водос- бора реки Яуза от Краснобогатырского моста до улицы Березовая аллея города Москвы. Для систематизации вопросов безопасности при выполнении работ по эксплуатации и вос- становлению природоохранных сооружений на примере данного объекта была выполне- на классификация сооружений, на которых ведутся восстановительные работы. Анализ показал, что существующие очистные соору- жения можно подразделить на пять типов:

- очистные сооружения механической очистки (пруды-отстойники, сооружения ка- мерного типа, песколовки, щитовые загра- ждения);

- тонкослойные отстойники;
- очистные сооружения глубокой очист- ки;
- групповые очистные сооружения с ре- агентной очисткой;
- фильтровальные очистные сооруже- ния (ФОС).

Сбор и анализ информации выпол- нялся по утвержденным инструкциям ГУП МВС за период с 2004 по 2016 гг. [7].

Для решения вопросов экологической безопасности был разработана классифика- ция природоохранных сооружений и выпол- няемых работ по степени опасности, вред- ным техногенным факторам (табл. 1).

Как видно из таблицы, при эксплу- атации сооружений по очистке поверх- ностных вод имеется опасность контакта с водой от умеренно загрязненной (клас- сы 3, 4) до грязной и чрезвычайно загряз- ненной по интегральному показателю каче- ства воды (классы 5, 6, 7).

Таблица 1

Очистные сооружения поверхностных вод и показатель неблагоприятного воздействия по качеству воды

№	Тип сооружения	ИПКО _{цпн} *	Класс качества воды
1	Пруды-отстойники	21...50 более 10	7 – чрезвычайно грязная
2	Сооружения камерного типа	19...46 более 10	7 – чрезвычайно грязная
3	Песколовки	60...120 более 10	7 – чрезвычайно грязная
4	Щитовые заграждения	33...64 более 10	7 – чрезвычайно грязная
5	Тонкослойные сооружения	6,6...12 от 6 до 10	6 – очень грязная
6	Тонкослойные сооружения с биотехнологией (эйхорния)	2,1...7 от 2 до 4	4 – загрязненная
7	Сооружения глубокой очистки (ФОС)	0,8...3,5	3, 4 – от умеренно-загрязненной до загрязненной
8	Габионные фильтрационные сооружения с биоплато	1,1...6,4	3, 4, 5 – от умеренно загрязненной до грязной

*ИПКО_{цпн} – интегральный показатель качества воды

Выполнен анализ и составлена клас- сификация видов работ, проводимых на экс- плуатируемых сооружениях, которая приве- дена на рисунке 1.

Данные по экологической безопасности и техногенным факторам, которые возникают при эксплуатации различных видов природо- охранных сооружений, обобщены в таблице 2.

Анализ таблицы 2 показывает, что при эксплуатации прудов-отстойников наблюдаются следующие виды экологических опасностей и возможные риски негативных последствий:

- повышенная концентрация вредных веществ в воздухе;
- повышенная загазованность воздуха;
- опасные факторы взрыва газа;

- повышенная влажность воздуха;
- повышенная температура воздуха;
- биологические факторы;
- вращающиеся части оборудования.

При эксплуатации сооружений камер- ного типа присутствуют опасности контактом с паром, агрессивными водами; загазованно- сти; повышенных температур и влажности воздуха. Для щитовых заграждений опасным является временное накопление каждого вида отходов производства и потребления, по- тенциально опасных для среды обитания че- ловека. При эксплуатации фильтровальных и других очистных сооружений существуют опасности, связанные с электротокком в случае повреждения электросетей, огнеопасными

и газоздушными смесями, а также отравляющими веществами (метан, светильный газ, сероводород, сернистый ангидрид, аммиак, хлор и др.), повышенным шумом. При работах на габионных фильтрующих очистных сооружениях опасности связаны с материалами, из которых изготавливают сооружения. В имеющихся на рассматриваемом участке реки сооружениях используется готовый бетон (пескобетон), составляющие которого по отдельности вредно действуют на организм человека (цемент, известь, специальные

добавки и др.). При эксплуатации песколовок опасность могут представлять движущиеся машины и механизмы, части оборудования; возможность поражения электрическим током; неисправности ограждающих конструкций; повышенная загазованность воздуха, взрывоопасные смеси; горючие смеси, попавшие в сточные воды; пониженные температуры; повышенная влажность воздуха; повышенный уровень шума и вибрации; повышенная запыленность воздуха пылеобразующими реагентами; патогенные микроорганизмы.



Рис. 1. Классификация видов работ, проводимых на эксплуатируемых сооружениях

Таблица 2

Данные по безопасности и техногенным факторам для различных природоохранных сооружений на рассматриваемом участке водосбора реки

Наименование сооружений	К-во, ед.	Неблагоприятные воздействия, опасные и вредные производственные факторы									
		повышенная концентрация вредных веществ в воздухе	повышенная загазованность, опасность взрыва газа	повышенная влажность воздуха	повышенная температура воздуха	биологические факторы	вращающиеся части оборудования	контакт с водой, паром, агрессивными водами	пониженная температура воздуха	шум и вибрация	ультрафиолетовое излучение
1. Пруды-отстойники	45	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
2. Сооружения камерного типа	20	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-
3. Щитовые заграждения	5	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-
4. Фильтровальные и другие очистные сооружения	30	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+
5. Габионные фильтрующие ОС	39	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-
6. Песколовки	18	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-

При эксплуатации и восстановлении природоохранных сооружений на рассматриваемом участке реки Яузы г. Москвы, сооружений по очистке поверхностных вод, может наблюдаться одновременно несколько видов экологических опасностей и вредных техногенных факторов. В процессе исследований было выявлено 10 опасных и вредных факторов на шести видах эксплуатируемых природоохранных сооружений.

Если рассматривать опасные воздействия и факторы при эксплуатации каждого сооружения в виде реализации некоторой случайной величины, то к ним можно применять методы математической статистики. Среднее значение оценки для i -го критерия [8]:

$$r_i = 1lr\mu L = 1L \cdot 1Lr\mu = r_i L. \quad (1)$$

Среднее значение \bar{r}_i выражает суммарные неблагоприятные воздействия. Степень согласованности неблагоприятных воздействий характеризуется величиной дисперсии оценок и выражается как:

$$\sigma_i^2 = \frac{1}{L} \cdot \sum_{j=1}^L (r_{ji} - \bar{r}_i)^2. \quad (2)$$

Чем меньше значение дисперсии, тем с большей уверенностью можно опираться на найденные значения r_i оценки степени важности частного критерия $F_i(X)$. В качестве меры надёжности приведённой оценки можно принять параметр $\beta = \frac{\sigma_i}{\bar{r}_i}$, называемый вариацией. По среднему значению \bar{r}_i рассчитывают весовые коэффициенты:

$$\lambda_i = \frac{\bar{r}_i}{\sum_{i=1}^m \bar{r}_i}, i = \overline{1, m}. \quad (3)$$

Статистическая обработка результатов оценок неблагоприятных опасных техногенных воздействий подобна статистической обработке результатов измерений, проведенной для изучаемого объекта (табл. 3).

Как видно из таблицы 3, наибольшие весовые коэффициенты при оценке опасных техногенных воздействий и факторов имеют два вида сооружений – фильтровальные и другие очистные сооружения, а также пруды-отстойники. Для подтверждения полученных выводов выполнена оценка качества сбросов поверхностных сточных по данным ГУП «Мосводосток» (табл. 4).

Таблица 3

Результаты статистической обработки

Наименование сооружений	Среднее значение оценки r_i , ед.	Дисперсия оценок σ_i^2	Вариация β_i	Весовые коэффициенты λ_i
1. Пруды-отстойники	0,65	0,054	0,72	0,20
2. Сооружения камерного типа	0,59	0,047	0,78	0,18
3. Щитовые заграждения	0,29	0,012	1,14	0,09
4. Фильтровальные и другие очистные сооружения	0,82	0,074	0,63	0,25
5. Габрионные фильтрующие ОС	0,29	0,012	1,14	0,09
6. Песколовки	0,59	0,047	0,79	0,18
Σ	3,23	–	–	1

Таблица 4

Оценка качества сбросов поверхностных вод

№	Тип сооружения	Эффективность удаления плавающего мусора, %	Остаточное содержание, мг/л	
			взвешенных веществ	нефтепродуктов
1	Пруды-отстойники	100	10...15	1,5...2
2	Сооружения камерного типа	100	12...20	3...8
3	Песколовки	70	50...100	10...20
4	Щитовые заграждения	90	40...70	5...10
5	Тонкослойные сооружения	100	8...10	1...2
6	Тонкослойные сооружения с биотехнологией (эйхорния)	100	8...10	0,1...1
7	Сооружения глубокой очистки (ФОС)	100	2...5	0,05...0,5
8	Габрионные фильтрационные сооружения с биоплато	100	3...7	0,1...1
	ПДК, мг/л	–	*для реки Яузы средние показатели 20...30 мг/л	0,05...0,3

*Превышение не более 0,75 мг/л по сравнению с природной водой.

Из анализа данных, представленных в таблице 4, можно сделать вывод о достаточно высокой эффективности очистки поступающих на сооружения поверхностных стоков от плавающего мусора – от 70 до 100%. Однако содержание взвешенных частиц в поверхностных водах на таких сооружениях, как песколовки, щитовые заграждения, и нефтепродуктов на сооружениях (пруды-отстойники, сооружения камерного типа, песколовки, щитовые заграждения, тонкослойные сооружения, тонкослойные сооружения с биотехнологией «эйхорния») во много раз превышает ПДК и требования нормативов качества, что подтверждает опасность контакта с очищаемыми на сооружениях поверхностными водами [9, 10].

Статьи затрат при эксплуатации очистных сооружений приведены в виде диаграммы на рисунке 2.



Рис. 2. Статьи затрат при обслуживании очистных сооружений

Анализ рисунка 2 показывает, что затраты по обеспечению экологической безопасности при эксплуатации природоохранных сооружений на водосборе реки на примере обслуживания очистных сооружений составляют 7% от общего фонда затрат или 15% от фонда заработной платы, что соответствует установленным требованиям.

Выводы

1. Для повышения экологической безопасности разработан и применен комплексный подход к вопросам безопасности при эксплуатации и восстановлении природоохранных сооружений на водосборе рек на примере участка реки Яузы от Краснобогатырского моста до улицы Березовая аллея.

2. Выполнена классификация сооружений, применяемых для очистки поверхностных вод, выполнен анализ и составлена классификация сооружений и видов работ, проводимых на эксплуатируемых сооружениях. Проведены обобщение

и статистическая обработка по техногенным опасным воздействиям, опасным и вредным факторам при эксплуатации различных сооружений на рассматриваемом участке водосбора реки Яузы. Проведена оценка качества поверхностных вод в рассматриваемых сооружениях по обобщенному показателю опасных воздействий.

3. Выявлено десять основных неблагоприятных техногенных воздействий и опасных и вредных факторов при эксплуатации шести видов сооружений. Статистическая обработка результатов оценок опасных техногенных воздействий показала, что наибольшие весовые коэффициенты возникают при эксплуатации следующих видов сооружений: фильтровальные и другие очистные сооружения, а также пруды-отстойники.

4. Выполненная оценка качества сбросов поверхностных сточных вод, проведенная по данным ГУП «Мосводосток», показала достаточно высокую эффективность очистки поступающих на сооружения поверхностных стоков от плавающего мусора (от 70 до 100%). Однако содержание взвешенных частиц в поверхностных водах на таких сооружениях как песколовки, щитовые заграждения, и нефтепродуктов на сооружениях (пруды-отстойники, сооружения камерного типа, песколовки, щитовые заграждения, тонкослойные сооружения, тонкослойные сооружения с биотехнологией «эйхорния» и т.д.) во много раз превышает ПДК и требования нормативов качества, что в очередной раз подтверждает возможные опасности при эксплуатации данных сооружений.

Библиографический список

1. Карпенко Н.П. Аналитический подход в вопросах изучения экологических проблем на водосборных бассейнах. / Труды XXII межд. конф. Проблемы управления безопасностью сложных систем. – М.: РГГУ. – 2014. – С. 196-198.
2. Карпенко Н.П. Комплексная оценка взаимосвязи поверхностных и подземных вод и их уязвимости в бассейнах малых рек Московского региона. / Мат-лы межд. научно-практ. конф. Мелиорация и водное хозяйство: проблемы и пути решения. (Костяковские чтения). – М.: ВНИИГиМ. – 2016. – С. 157-162.
3. Карпенко Н.П. Оценка геоэкологической ситуации речных бассейнов на основе атрибутивных показателей и обобщенных геоэкологических

рисков // Природообустройство. – 2018. – № 2. – С. 15-22.

4. Карпенко Н.П. Оценка взаимосвязи поверхностных и подземных вод малых рек Московской области для решения проблем экологической реабилитации водных объектов. / Мат-лы между. научного форума. Проблемы управления водными и земельными ресурсами. Ч. 1. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА. – 2015. – С. 3-12.

5. Федеральный закон от 17.07.1999 N181-ФЗ (ред. от 09.05.2005, с изм. от 26.12.2005) «Об основах охраны труда в Российской Федерации» 22 октября 2018 г. <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=82410>

6. Глазунова И.В., Воронина К.П., Барсукова М.В. Исследование эффективности водоохраных мероприятий в условиях интенсивной антропогенной нагрузки на реку Яузу // Природообустройство. – 2018. – № 3. С. 40-46.

7. Глазунова И.В., Воронина К.П. Исследование экологического состояния реки Яуза в условиях интенсивной антропогенной нагрузки. / Мат-лы между. научно-практ. конф. Экологические аспекты мелиорации, гидротехники и водного хозяйства АПК. – М.: ВНИИГиМ. – 2017. – С. 180-184.

8. Карпенко Н.П., Глазунова И.В. Управление земельными и водными ресурсами для снижения загрязнения рек на основе экспертных оценок эффективности

природоохраных мероприятий // Природообустройство. – 2019. – № 4. – С. 102-108.

9. Карпенко Н.П., Глазунова И.В. Организация работ при эксплуатации и восстановлении водных объектов г. Москвы. / Мат-лы между. юбилейной научно-практ. конф. Проблемы развития сельскохозяйственных мелиораций и водохозяйственного комплекса на базе цифровых технологий. Т. II. – М.: ФГБНУ ВНИИГиМ. – 2019. – С. 95-100.

10. <http://www.mosvodostok.com/about/news/okhrana-truda-v-moskve-2016/>

Материал поступил в редакцию 22.01.2020 г.

Сведения об авторах

Карпенко Нина Петровна, доктор технических наук, заведующий кафедрой гидрологии, гидрогеологии и регулирования стока ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, ул. Тимирязевская, 49, корп. 28, e-mail: npkarpenko@yandex.ru

Глазунова Ирина Викторовна, кандидат технических наук, доцент кафедры комплексного использования водных ресурсов и гидравлики ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, ул. Тимирязевская, 49, корп. 28, e-mail: ivglazunova@mail.ru

Барсукова Мария Васильевна, доцент кафедры общей и инженерной экологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, ул. Тимирязевская, 49, корп. 28; e-mail: gribovaa@rambler.ru

N.P. KARPENKO, I.V. GLAZUNOV, M.V. BARSUKOVA

Federal state budgetary educational institution of higher education Russian state agrarian university – MAA named after C.A. Timiryazev, Moscow, Russian Federation

IMPROVEMENT OF ECOLOGICAL SAFETY WHEN CARRYING OUT WORKS ON OPERATION OF ENVIRONMENTAL STRUCTURES ON CATCHMENT AREAS OF RIVERS

The paper considers problems of environmental safety during the operation and restoration of the environmental protection structures on the Yauza river catchment. There was considered the ecological state of the environmental protection structures and classification of the operated structures was developed taking into account unfavorable anthropogenic impacts. Classification of operational and restoration works on the level of anthropogenic danger and localization was fulfilled, safety costs for the above works given. To improve environmental safety of the operation of environmental protection structures there was developed and applied a comprehensive approach including safety problems of the operation and restoration of the environmental protection structures which are used for the surface water treatment taking into account protection of labor and safety of work provided at the operation structures. Generalization and statistical processing of research results of unfavorable impacts as well as dangerous and environmentally harmful anthropogenic factors during the operation and restoration of various structures were carried out. The assessment of the quality of surface waste water discharge as well as efficiency of water treatment was carried out for surface wastewater structures using a generalized indicator of the environmental impact. To provide

the environmental safety improvement, a system of water protection measures has been developed for the Yauza river catchment area and recommendations were given as well as organizational measures in accordance with the modern requirements.

Safety, operation and restoration of water bodies, environmental protection structures, surface water treatment, negative anthropogenic factors, water protection measures.

References

1. **Karpenko N.P.** Analytical podhod v voprosah izucheniya ekologicheskikh problem na vodosbornykh basseinah. / Trudy XXII mezhd. konf. Problemy upravleniya bezopasnost'yu slozhnykh system. – M.: RGGU. – 2014. – S. 196-198.

2. **Karpenko N.P.** Kompleksnaya otsenka vzaimosvyazi poverhnostnykh i podzemnykh vod i ih uyazvimosti v basseinah mal'kh rek Moskovskogo regiona. / Mat-ly mezhd. nauchno-prakt. konf. Melioratsiya i vodnoe hozyajstvo: problemy i puti ih resheniya. (Kostyakovskie chteniya). – M.: VNIIGiM. – 2016. – S. 157-162.

3. **Karpenko N.P.** Otsenka geokologicheskoy situatsii rechnykh basseynov na osnove atributivnykh pokazatelej i obobshchennykh geokologicheskikh riskov // Prirodoobustrojstvo. – 2018. – № 2. – S. 15-22.

4. **Karpenko N.P.** Otsenka vzaimosvyazi poverhnostnykh i podzemnykh vod mal'kh rek Moskovskoy oblasti dlya resheniya problem ekologicheskoy reabilitatsii vodnykh objektov. / Mat-ly mezhd. nauchnogo foruma. Problemy upravleniya vodnymi i zemelnymi resursami. Ch. 1. – M.: Izd-vo RGAU-MSHA. – 2015. – S. 3-12.

5. Federalny zakon ot 17.07.1999 N181-FZ (red. ot 09.05.2005, s izm. ot 26.12.2005) «Ob osnovah ohrany truda v Rosijskoj Federatsii» 22 oktyabrya 2018 g. <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=82410>

6. **Glazunova I.V., Voronina K.P., Barsukova M.V.** Isledovanie effektivnosti vodoohrannykh meropriyatij v usloviyah intensivnoj antropogennoj nagruzki na reku Yauzu // Prirodoobustrojstvo. – 2018. – № 3. S. 40-46.

7. **Glazunova I.V., Voronina K.P.** Isledovanie ekologicheskogo sostoyaniya reki Yauzu v usloviyah intensivnoj antropogennoj nagruzki. / Mat-ly mezhd. nauchno-prakt. konf.

Ekologicheskie aspekty melioratsii, gidrotehniki i vodnogo hozyajstva APK. – M.: VNIIGiM. – 2017. – S. 180-184.

8. **Karpenko N.P., Glazunova I.V.** Upravlenie zemelnymi i vodnymi resursami dlya snizheniya zagryazneniya rek na osnove ekspertnykh otsenok effektivnosti prirodohrannykh meropriyatij // Prirodoobustrojstvo. – 2019. – № 4. – S. 102-108.

9. **Karpenko N.P., Glazunova I.V.** Organizatsiya rabot pri ekspluatatsii i vosstanovlenii vodnykh objektov g. Moskvy. / Mat-ly mezhd. yubilejnoj nauchno-prakt. konf. Problemy razvitiya selskohozyajstvennykh melioratsij i vodohozyajstvennogo kompleksa ba baze tsifrovyykh tehnologij. T.P. – M.: FGBNU VNIIGiM. – 2019. – S. 95-100.

10. <http://www.mosvodostok.com/about/news/okhrana-truda-v-moskve-2016/>

The material was received at the editorial office
22.01.2020

Information about the authors

Karpenko Nina Petrovna, doctor of technical sciences, head of the department «Hydrology, hydrogeology and flow regulation» FSBEI HE RSAU-MAA named after C.A. Timiryazev; 127550, Moscow, Pryanishnikova str., 19; e-mail: npkarpenko@yandex.ru

Glazunova Irina Viktorovna, candidate of technical sciences, associate professor of the «Department of integrated water resources management and hydraulics», FSBEI HE RSAU-MAA named after C.A. Timiryazev; 127550, Moscow, Pryanishnikova str., 19; e-mail: ivglazunova@mail.ru

Barsukova Maria Vasilevna, associate professor of the «Department of General and engineering ecology», FSBEI HE RSAU-MAA named after C.A. Timiryazev; 127550, Moscow, Pryanishnikova str., 19; e-mail: gribovaa@rambler.ru