

УДК: 628.3:622.85 © И.В. Тимощук✉, А.К. Горелкина, Е.С. Михайлова,  
Т.А. Утробина, 2024

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»,  
650000, г. Кемерово, Россия  
✉ e-mail: irina\_190978@mail.ru

UDC 628.3:622.85 © I.V. Timoshchuk✉, A.K. Gorelkina, E.S. Mikhaylova,  
T.A. Utrobina, 2024

Kemerovo State University,  
Kemerovo, 650000, Russian Federation  
✉ e-mail: irina\_190978@mail.ru

# Разработка программы поэтапного мониторинга состояния водных объектов ресурсориентированных регионов и учет антропогенного влияния\*

## Development of a program for step-by-step monitoring of the state of water bodies in resource-oriented regions and consideration of anthropogenic impact

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-115-165-170>

*В настоящее время в ресурсориентированных регионах с повышенной техногенной нагрузкой наблюдается ухудшение состояния водных объектов в результате антропогенной деградации. Угледобыча сопровождается техногенной трансформацией с разрушением природных ландшафтов, загрязнением воздушной среды и водотоков примесями различного характера. Поверхностные водотоки подвергаются значительной контаминации стоками, формируемыми на территории угольных разрезов, что значительно снижает их санитарную надежность.*

*В данной работе приведены исследования по выбору контролируемых гидрохимических параметров и предложена программа поэтапного мониторинга ситуации с изменением объема и характера контаминации сточных вод, а также мониторинга состояния различных водотоков, подверженных техногенному воздействию схожего характера. Предлагаемая программа поэтапного мониторинга включает два этапа: мони-*

\* Исследование выполнено в рамках комплексной научно-технической программы полного инновационного цикла «Разработка и внедрение комплекса технологий в областях разведки и добычи полезных ископаемых, обеспечения промышленной безопасности, биоремедиации, создания новых продуктов глубокой переработки из угольного сырья при последовательном снижении экологической нагрузки на окружающую среду и рисков для жизни населения», утвержденной Распоряжением Правительства Российской Федерации от 11.05.2022 № 1144-р, при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, № соглашения 075-15-2022-1201 от 30.09.2022.

### ТИМОЩУК И.В.

Доктор техн. наук, профессор кафедры  
техносферной безопасности ФГБОУ ВО  
«Кемеровский государственный университет»,  
650000, г. Кемерово, Россия,  
e-mail: irina\_190978@mail.ru

### ГОРЕЛКИНА А.К.

Доктор техн. наук, профессор кафедры  
техносферной безопасности ФГБОУ ВО  
«Кемеровский государственный университет»,  
650000, г. Кемерово, Россия,  
e-mail: alengora@yandex.ru

### МИХАЙЛОВА Е.С.

Канд. хим. наук, доцент кафедры  
техносферной безопасности,  
директор Института нано-, био-,  
информационных, когнитивных и  
социогуманитарных технологий  
ФГБОУ ВО «Кемеровский  
государственный университет»,  
650000, г. Кемерово, Россия,  
e-mail: e\_s\_mihaylova@mail.ru

**УТРОБИНА Т.А.**

Канд. техн. наук, доцент кафедры  
техносферной безопасности  
ФГБОУ ВО «Кемеровский  
государственный университет»,  
650000, г. Кемерово, Россия,  
e-mail: tamara-mamontova@yandex.ru



торинг состояния поверхностных и сточных вод на период эксплуатации объекта и мониторинг после прекращения эксплуатации объекта.

**Ключевые слова:** угольная промышленность, мониторинг состава сточных вод, мониторинг состояния водных объектов.

**Для цитирования:** Разработка программы поэтапного мониторинга состояния водных объектов ресурсориентированных регионов и учет антропогенного влияния / И.В. Тимошук, А.К. Горелкина, Е.С. Михайлова и др. // Уголь. 2024;(11S):165-170. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-11S-165-170.

**Abstract**

Currently, in resource-oriented regions with significant anthropogenic load, as a result of anthropogenic degradation, the deterioration of surface watercourses is observed. Coal mining is accompanied by man-made transformation with the destruction of natural landscapes, pollution of the air environment and watercourses with impurities of various types. Surface watercourses are significantly contaminated by effluents formed on the territory of coal mines, which significantly reduces their sanitary reliability. This paper presents studies on the selection of controlled hydrochemical parameters and proposes a program for step-by-step monitoring of the situation of changes in the volume and nature of wastewater pollution, as well as monitoring the condition of various watercourses exposed to man-made impacts of a similar nature. The proposed phased monitoring program includes 2 stages: monitoring of the state of surface and wastewater for the period of operation of the facility and monitoring after the termination of operation of the facility.

**Keywords**

Coal industry, monitoring of wastewater composition, monitoring of the condition of water bodies

**Acknowledgements**

The research is conducted as part of the comprehensive scientific and technical program of a complete innovative cycle "Development and implementation of a complex of technologies in the fields of exploration and extraction of minerals, ensuring of industrial safety, bioremediation, creation of new products of deep processing of coal raw materials with consecutive amelioration of ecological impact on the environment and risks to human life", approved by the Decree of the Government of the Russian Federation from 11.05.2022 No 1144-r, with financial support from the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation agreement No. 075-15-2022-1201 dated 30.09.2022.

**For citation**

Timoshchuk I.V., Gorelkina A.K., Mikhaylova E.S., Utrobina T.A. Development of a program for step-by-step monitoring of the state of water bodies in resource-oriented regions and consideration of anthropogenic impact. *Ugol*. 2024;(11S):165-170. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-11S-165-170.

**ВВЕДЕНИЕ**

Природно-ресурсный потенциал Российской Федерации характеризуется качественным и количественным разнообразием и составляет около 35% всех мировых запасов. Одним из самых распространенных полезных ископаемых в мире является уголь. Общие мировые запасы угля на 2023 г. составили 1074,1 млрд т, в том числе балансовые запасы угля в России, располагающиеся в 22 угольных бассейнах, включают почти 273 млрд т (около 30% мировых запасов угля) и 162,2 млрд т разведанных запасов (15,1% мировых запасов), из которых 101,2 млрд т – бурый уголь, 85,3 млрд т – каменный уголь и 6,8 млрд т – антрациты [1, 2, 3].

В настоящее время уголь остается самым востребованным и наиболее доступным видом топлива в мировой энергетике. В Российской Федерации ежегодно его добыча составляет более 430 млн т, из них около 80% угля добывается открытым способом. Углеразработка сопровождается техногенной трансформацией – разрушением природных ландшафтов. Добыча только 1 т угля приводит к нарушению 5,5 м<sup>2</sup> литосферы, образованию 2,15 м<sup>3</sup> вскрышных пород, поступлению 2,2 кг контаминантов в атмосферу и накоплению 2,5 м<sup>3</sup> загрязненных сточных вод [4, 5, 6].

В настоящее время вопрос ухудшения состояния водных объектов в результате антропогенной деградации обозначен особо остро в ресурсориентированных регионах с повышенной техногенной нагрузкой. Загрязнение водотоков определяет не только проблемы водохозяйственного использования, но и в целом снижение биосферных функций рек, приемников сточных вод. Уровень влияния техносферы может определяться числом источников негативного воздействия, эмерджентностью системы, то есть совокупностью факторов, формирующих качественно новый отрицательный эффект [7, 8, 9].

Важным для контроля и регулирования техногенного влияния на поверхностные водотоки является наблюдение за качественным и количественным химическим составом водных объектов непосредственно в зоне воздействия, зоне транзитных участков водотока, фоновых зонах, а также за соблюдением нормативов на сбрасываемый сток. Наблюдение и слежение в рамках реализуемых программ мониторинга предполагает постоянство контроля, оперативность, достоверность [10, 11, 12].

Полученные данные в точках забора (в створах) позволяют не только определить влияние конкретного техногенного источника на анализируемом участке, но и выявить сопутствующие факторы, такие как влияние селитебных зон, природные процессы выщелачивания и другие.

Анализ загрязнения в рамках системных мониторинговых наблюдений связан с использованием нормативной базы и результатов натурных исследований. Сопоставление результатов позволяет определить класс качества воды и сделать выводы о состоянии водной экосистемы объекта [13, 14, 15].

Для регионов с широко развитой гидрологической сетью мониторинговые исследования по различным водным объектам являются важным элементом в системе мониторинга экологического состояния всей гидросферы. Повышенная антропогенная нагрузка, в том числе предприятий угледобычи, на отдельные составляющие гидрологической сети в той или иной степени отражается на состоянии основной водной артерии.

На промышленно развитых территориях ресурсориентированных регионов водоносные горизонты, как поверхностные, так и подземные, подвергаются значительным техногенным воздействиям, что определяет необходимость разработки программы мониторинга с учетом характера техногенной нагрузки и усложнения взаимозависимости в системе «техносфера – природа» [16, 17, 18].

Существуют стандартные программы наблюдений, позволяющие выполнять оценку качественного и количе-

ственного состава сбрасываемых стоков непосредственно в месте выпуска в водоемы, а также влияния на водный объект, которое связано непосредственно с источником техногенной нагрузки (500 м ниже выпуска по течению). Перечень контролируемых показателей в основном включает 15 параметров: прозрачность, цвет, запах, рН, БПК, взвешенные вещества, сульфаты, хлориды, фосфаты, нитриты, нитраты, ионы аммония, нефтепродукты, железо, СПАВ.

Для субъектов хозяйственной деятельности угольной промышленности, которые являются источниками контаминации тяжелыми металлами и другими специфическими веществами, в график контроля дополнительно включается определение тяжелых металлов (цинк, медь, никель, хром, свинец). В перечень контролируемых тяжелых металлов могут быть включены и другие (марганец, алюминий, ртуть, кадмий и др.), а также специфические вещества (фенол, цианиды и др.). Такие программы могут послужить базовой составляющей при разработке и реализации индивидуальных программ.

Целями приведенного в работе исследования являются выбор контролируемых гидрохимических параметров и разработка программы поэтапного мониторинга ситуации с изменением объема и характера загрязнений сточных вод, а также мониторинг состояния различных водотоков, подверженных техногенному воздействию схожего характера.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Методы и материалы: отбор проб и исследование состава на преобладающий вид загрязняющих компонентов были проведены в соответствии со стандартами (ГОСТ 31861-2012). Объектами исследования выступали сточные воды одного из каменноугольных разрезов и природная вода из водных объектов – приемников стоков.

Мониторинг источников загрязнения сточных вод, качественного и количественного состава водотоков-приемников сточных вод угольного разреза производился в следующих точках отбора проб: в пруду-отстойнике, зумпфе, на выпуске. Стоки перед выпуском подвергали очистке в соответствии с НТД для предприятий по открытой добыче каменного угля. Базовая очистка, которая регламентируется НДТ № 15 ИТС-37, включает обязательное применение водосборников или зумпфов для предварительного отстаивания воды и прудов-отстойников для ее осветления.

Приемником очищенных стоков чаще всего выступают поверхностные водные объекты – малые реки, которые формируют гидрохимическую и гидрологическую специфику и средних крупных рек. Многокомпонентность их химического состава определяется тем, что, перемещаясь по территориям селитебных и промышленных зон, они становятся приемником стоков различного происхождения, что дает основание включить данные водотоки в перечень обязательных объектов мониторинговой сети.

Сброс стоков в приемники по выпускам осуществляется в течение года. Объемы сточных вод распределяются неравномерно, в том числе в зимние месяцы по выпуску сброс либо исключен, либо значительно снижен с октября по январь.

Для получения набора данных с последующим анализом контаминации как стока в отстойнике, зумпфе, при сбросе, так и состава водотоков осуществляли забор проб и определение параметров в соответствии с приведенным списком. Полученные данные позволяют провести оценку степени очистки стоков и определить соответствие их требованиям нормативов, а также влияние карьерных сточных вод угольного разреза на уровень загрязнения водных объектов – приемников стоков. Показатели качества воды, отобранной из различных точек, приведены в *табл. 1*.

Результаты исследования проб воды, представленные в *табл. 1*, позволяют говорить о достаточной степени очистки сточных вод на угледобывающем предприятии, предъявляемой в соответствии с Приказом Минсельхоза РФ от 13 декабря 2016 г. № 552 к стокам, сбрасываемым в водные объекты рыбохозяйственного назначения. Ряд соединений сбрасывается в предпороговой концентрации,

но без превышения норматива. Однако результаты исследований воды из собственно водоисточника приемника стоков показывают превышение нормативных показателей по широкому спектру веществ, вошедших в перечень определяемых по разработанной программе мониторинговых исследований. Содержание контаминантов в реках, вероятно, обусловлено не столько исследуемыми сточными водами, сколько формируется также при попадании стоков от других источников, территориально расположенных вблизи участка.

Предлагаемая программа поэтапного мониторинга включает два этапа:

- мониторинг состояния поверхностных и сточных вод в период эксплуатации объекта;
- мониторинг после прекращения эксплуатации объекта.

Основной задачей наблюдений за качеством сточных вод является отслеживание динамики изменения объ-

Таблица 1

**Показатели качества отобранных образцов воды**  
Quality indicators of selected water samples

Показатели	ПДК	Зумпф	Отстойник	Выпуск в реку	Река 500 м выше выпуска	Река 500 м ниже выпуска	Методики (методы) измерения
Запах при 20°C, балл	0	0	0	0	1↑	0	ПНД Ф 14.1:2:4.207–04
Запах при 60°C, балл	0	2↑	1↑	0	1↑	0	ПНД Ф 14.1:2:4.207–04
Марганец растворенный, мг/дм <sup>3</sup>	0,01	0,009	0,015↑	0,008	0,097↑	0,006	ПНД Ф 14.1:2:4.135–98
Аммоний-ионы, мг/дм <sup>3</sup>	0,5	менее 0,1	менее 0,1	менее 0,1	менее 0,1	менее 0,1	ГОСТ 33045–2014 Метод А
БПК полное, мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	3,0	2,8	1,58	1,85	2,30	1,4	ПНД Ф 14.1:2:3:4.123–97
Водородный показатель, ед./рН	6,5–8,5	8,03	8,4	8,2	8,4	8,3	ПНД Ф 14.1:2:3:4
Взвешенные вещества, мг/дм <sup>3</sup>	10,0	менее 0,5	8,40	менее 0,5	42,4↑	7	ПНД Ф 14.1:2:4.254–09
Нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup>	0,05	менее 0,05	менее 0,05	менее 0,05	0,07↑	0,05	ПНД Ф 14.1:2:4.168–98
Нитрат-ионы, мг/дм <sup>3</sup>	40	21,0	2,68	8,1	40,2↑	10	ГОСТ 33045–2014 Метод В
Нитрит-ионы, мг/дм <sup>3</sup>	0,08	0,19↑	менее 0,003	0,03	0,075	0,04	ГОСТ 33045–2014 Метод Д
Сульфат-ионы, мг/дм <sup>3</sup>	100	228↑	316↑	94	121↑	105↑	ПНД Ф 14.1:2.159–2000
Сухой остаток, мг/дм <sup>3</sup>	1500	746	988	952	625	934	ПНД Ф 14.1:2:4.261–2010
Фосфор общий, мг/дм <sup>3</sup>	0,2	менее 0,1	менее 0,1	менее 0,1	0,057	0,058	ГОСТ 18309–2014 Метод В
Фенол, мг/дм <sup>3</sup>	0,001	менее 0,001	менее 0,001	менее 0,001	менее 0,0001	менее 0,0001	ПНД Ф 30.1:2:3.117–2012
Цветность, градус цветности	20	4,2	7,30	4,8	6,30	6,80	ПНД Ф 14.1:2:4.207–04
Железо, мг/дм <sup>3</sup>	0,1	0,09	0,18↑	0,08	–	–	ПНД Ф 14.1:2:4.135–98
Железо растворенное, мг/дм <sup>3</sup>	0,1	менее 0,05	0,08	менее 0,05	0,64↑	0,05	ПНД Ф 14.1:2:4.135–98
Кальций, мг/дм <sup>3</sup>	180,0	58	93,9	102	105	82,9	ПНД Ф 14.1:2:4.135–98
Магний, мг/дм <sup>3</sup>	40,0	35	50↑	35	32,6	30,4	ПНД Ф 14.1:2:4.135–98
Марганец, мг/дм <sup>3</sup>	0,01	менее 0,01	0,019↑	0,01	–	–	ПНД Ф 14.1:2:4.135–98
ПАВ(анионактивные), мг/дм <sup>3</sup>	0,5	менее 0,01	менее 0,01	менее 0,01	0,011	0,02	ПНД Ф 14.1:2:4.15–95
Хлорид-ион, мг/дм <sup>3</sup>	300,0	менее 10	менее 10	66	менее 10	менее 10	ПНД Ф 14.1:2:3:4.111–97
Хром общий, мг/дм <sup>3</sup>	0,02	менее 0,001	0,0012	менее 0,001	–	–	ПНД Ф 14.1:2:4.135–98
Хром общий растворенный, мг/дм <sup>3</sup>	0,02	менее 0,001	менее 0,001	менее 0,001	менее 0,001	менее 0,001	ПНД Ф 14.1:2:4.135–98
Цинк, мг/дм <sup>3</sup>	0,01	0,09	0,010	0,01	–	–	ПНД Ф 14.1:2:4.135–98
Цинк растворенный, мг/дм <sup>3</sup>	0,01	0,08	менее 0,005	0,007	менее 0,005	–	ПНД Ф 14.1:2:4.135–98

## Программа проведения измерений качества сточных вод (микробиологические показатели)

Wastewater quality measurement program (microbiological indicators)

Наименование показателя (МУ 2.1.5.800-99)	ПДК (не более)
Яйца гельминтов и цисты патогенных простейших (жизнеспособные яйца гельминтов (аскарид, власоглав, токсокар, фасциол), онкосферы тениид и жизнеспособные цисты патогенных кишечных простейших), число в 25 дм <sup>3</sup>	Не допускаются
Возбудители кишечных инфекций, число в 20 см <sup>3</sup>	Не допускаются
Общее микробное число, КОЕ в см <sup>3</sup>	1000-1500
Количество сапрофитных бактерий, число бактерий в 1 см <sup>3</sup>	>15000
Отношение общего количества бактерий к количеству сапрофитных бактерий	–
Колифаги, число бляшкообразующих единиц (БОЕ) в 100 мл	Не более 10
Термотолерантные колиформные бактерии, число бактерий в 100 см <sup>3</sup>	Не более 100
Общие колиформные бактерии, число бактерий в 100 см <sup>3</sup>	Не более 500

ема и характера загрязнений. Программа проведения измерений качества сточных вод включает отбор проб в пруду, отстойнике, зумпфе, на выпуске согласно перечню химических показателей (см. табл. 1) и микробиологических показателей (табл. 2). Предусмотрена периодичность отбора проб для химических показателей – один раз в месяц, микробиологических – один раз в квартал.

Задачей наблюдений за качеством поверхностных вод является отслеживание динамики изменения объема и характера загрязнений поверхностных вод. Перечень показателей и периодичность контроля для природных вод аналогичны. Выбор наблюдаемых показателей обусловлен ГОСТ Р 56060-2014 и спецификой технологического процесса. В соответствии с ГОСТ Р 56060-2014 Программа мониторинга компонента природной среды «поверхностные воды» включает в себя наблюдение за состоянием поверхностного водного объекта, в который осуществляется сброс сточных вод (фоновый створ – 0,5 км выше выпуска, контрольный створ – 0,5 км ниже места выпуска).

Мониторинг после прекращения эксплуатации объекта рекомендовано проводить в течение 5-10 лет после закрытия объекта для принятия своевременных и адекватных мер по обеспечению экологической безопасности по показателям, приведенным в табл. 1, 2.

## ВЫВОДЫ

Полученный набор исследовательских данных позволяет сделать некоторые предположения о состоянии исследуемых водных объектов. Определение гидрохимических показателей, которые непосредственно отражают влияние антропогенной деятельности, в соответствии с перечнем, определяемым по стандартным программам, в достаточной степени отражает уровень контаминации водотока и вклад в загрязнение антропогенного объекта. При этом нужно также учесть, что присутствие загрязнителей даже в предпороговых концентрациях в водотоке может привести к накопительному эффекту в донных отложениях с последующим их вымыванием в различные периоды. Данные по наличию контаминантов в донных отложениях позволяют наиболее точно прогнозировать рост уровня загрязнения водоемов в различные сезоны, например в период летней межени.

Кроме того, необходимо дополнить мониторинговую сеть точками забора выше антропогенного объекта, что позволит учесть антропогенную составляющую, которая формируется выше рассматриваемого объекта по руслам рек и складывается из сбросов сточных вод промышленных, муниципальных и сельскохозяйственных предприятий, а также выноса растворенных и взвешенных примесей с сельскохозяйственных угодий, пашни, пастбищ, удобряемых и заброшенных территорий.

## Список литературы • References

- Харионовский А.А., Данилова М.Ю. Очистка сточных вод на предприятиях угольной промышленности // Водочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2017. № 6(114). С. 52-55. Kharionovsky A.A., Danilova M.Yu. Wastewater treatment at coal industry enterprises. *Vodochistka. Vodopodgotovka. Vodosnabzhenie*. 2017;114(6):52-55. (In Russ.).
- Smirnov V.G., Dyrdin V.V., Manakov A.Y., Rodionova T.V., Villevald G.V., Ismagilov Z.R., Mikhailova E.S., Malysheva V.Y. The formation of carbon dioxide hydrate from water sorbed by coals. *Fuel*. 2018;228:123-131. DOI: 10.1016/j.fuel.2018.04.131.
- Radovic L.R., Silva I.F., Ume J.I. An experimental and theoretical study of the adsorption of aromatic possessing electron-withdrawing and electron-donating functional groups by chemically modified activated carbons. *Carbon*. 1997;35(9):1339-1348.
- Podkościelny P., Nieszpore K. Adsorption of phenols from aqueous solutions: Equilibria, calorimetry and kinetics of adsorption. *Journal of Colloid and Interface Science*. 2010;354(1):282-291. DOI: 10.1016/j.jcis.2010.10.034.
- Исаков В.С. Мониторинг экологической обстановки при ведении горных работ // Вестник науки. 2023. Т.2. № 2(59). С. 295-298. Isakov V.S. Monitoring of the environmental situation during mining operations. *Vestnik nauki*. 2023;59(2):295-298. (In Russ.).
- Звеков А.А., Зыков И.Ю., Дудникова Ю.Н., Михайлова Е.С., Цветков В.Э., Исмагилов З.Р. Исследование сорбции органических соединений углеродными сорбентами из углей Кузбасса // Кокс и химия. 2019. № 6. С. 22-27. Zvekov A.A., Zykov I.Yu., Dudnikova Yu.N., Mikhaylova E.S., Tsvetkov V.E., Ismagilov Z.R. Investigation of sorption of organic compounds by carbon sorbents from Kuzbass coals. *Koks i himiya*. 2019;(6):22-27. (In Russ.).
- Синергетический подход к решению геоэкологических проблем угледобывающих и углеперерабатывающих субкласте-

- ров / А.А. Хорешок, О.И. Литвин, Д.М. Дубинкин и др. // Уголь. 2022. № 12. С. 82-87. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-12-82-87. Khoreshok A.A., Litvin O.I., Dubinkin D.M., Markov S.O., Tyulenev M.A. Synergetic approach to solving geoeological problems of coal mining and coal refining subclusters. *Ugol'*. 2022;(12):82-87. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-12-82-87.
8. Очистка сточных вод угледобывающих предприятий / А.К. Горелкина, Е.С. Михайлова, И.В. Тимошук и др. // Уголь. 2023. № 512(1175). С. 63-66. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-512-63-66. Gorelkina A.K., Mikhailova E.S., Timoshchuk I.V., Ivanova L.A., Nevzerov E.N. Wastewater treatment of coal mining enterprises. *Ugol'*. 2023;1175(512):63-66. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-512-63-66.
9. Скобелев Д.О., Микаэльссон Оке, Шираг Б. Наилучшие доступные технологии в условиях международных соглашений // Вестник евразийской науки. 2020. № 5. С. 1-17. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nailuchshie-dostupnye-tehnologii-v-usloviyah-mezhdunarodnyh-soglasheniy> (дата обращения: 15.10.2024). Skobelev D.O., Mikaelsson Oke, Shirag B. The best available technologies in terms of international agreements. *Vestnik evrazijskoj nauki*. 2020;(5):1-17. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/nailuchshie-dostupnye-tehnologii-v-usloviyah-mezhdunarodnyh-soglasheniy> (accessed 15.10.2024).
10. Методические подходы к организации программ мониторинга качества питьевой воды / Ю.А. Новикова, И.О. Мясников, А.А. Ковшов и др. // Здоровье населения и среда обитания. 2020. № 10(331). С. 4-8. DOI: 10.35627/2219-5238/2020-331-10-4-8. Novikova Yu.A., Myasnikov I.O., Kovshov A.A., Tikhonova N.A., Bashketova N.S. Methodological approaches to the organization of drinking water quality monitoring programs. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2020;10 (331):4-8. (In Russ.). DOI: 10.35627/2219-5238/2020-331-10-4-8.
11. Мониторинг водных объектов дистанционными методами / М.Г. Мустафин, В.А. Вальков, Н.С. Павлов и др. // Вестник Сибирского государственного университета геосистем и технологий (СГУГиТ). 2023. Т. 28. № 2. С. 67-75. DOI: 10.33764/2411-1759-2023-28-2-67-75. Mustafin M.G., Valkov V.A., Pavlov N.S., Vinogradov K.P., Bogolyubova A.A. Monitoring of water bodies by remote methods. *Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta geosistem i tekhnologii (SGUGiT)*. 2023;28(2):67-75. (In Russ.). DOI: 10.33764/2411-1759-2023-28-2-67-75.
12. Hwang B.F., Jaakkola J.J., Guo H.R. Water disinfection byproducts and the risk of specific birth defects: a population-based cross-sectional study in Taiwan. *Environmental Health*. 2008;7(1):19-29. DOI: 10.1186/1476-069X-7-23.
13. Nieuwenhuijsen M.J., Grellier J., Smith R., Iszatt N., Bennett J., Best N. The epidemiology and possible mechanisms of disinfection by-products in drinking water. *Philosophical Transaction of The Royal Society A: Physical, Mathematical and Engineering Sciences*. 2009;367(1904):4043-4076. DOI: 10.1098/rsta.2009.0116.
14. Иветич М., Горелкина А.К. Снижение контаминации воды для обеспечения качества и безопасности продукции пищевых предприятий // Техника и технология пищевых производств. 2020. Т. 50. № 3. С. 515–524. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-3-515-524>. Ivetich M., Gorelkina A.K. Reduction of water contamination to ensure the quality and safety of food enterprises. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevyh proizvodstv*. 2020;50(3):515-524. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-3-515-524>.
15. Kuchkarov O.A., Abdurakhmonov I.E., Begimkulov Zh.N., Mamirzaev M.A., Khamraeva D.A., Abdurakhmanov E. Investigation of particular parameters of a semiconductor ammonia gas analyzer. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. 2020;862(062101):6. DOI: 10.1088/1757-899X/862/6/062101.
16. Timoshchuk I.V. Technology of afterpurification of drinking water from organic contaminants in production of foodstuff. *Foods and Raw Materials*. 2016;4(1):61–69. DOI: 10.21179/2308-4057-2016-1-61-69.
17. Krasnova T.A., Timoshchuk I.V., Gorelkina A.K., Dugarjav J. The choice of sorbent for adsorption extraction of chloroform from drinking water. *Foods and Raw materials*. 2017;(2):189-196. DOI: 10.21603/2308-4057-2017-2-189-196.
18. Лыщикова Ю.В. Проблемы и перспективы внедрения концепции «Умный регион» в угледобывающих субъектах Российской Федерации // Уголь. 2024. № 1. С. 25-31. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-1-25-31. Lyschchikova Yu.V. Problems and prospects of the implementation of the concept of "Smart region" in the coal mining regions of the Russian Federation. *Ugol'*. 2024;(1):25-31. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-1-25-31.

#### Authors Information

**Timoshchuk I.V.** – Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Technosphere Safety, Kemerovo State University, Kemerovo, 650000, Russian Federation, e-mail: [irina\\_190978@mail.ru](mailto:irina_190978@mail.ru)

**Gorelkina A.K.** – Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Department of Technosphere Safety, Kemerovo State University, Kemerovo, 650000, Russian Federation, e-mail: [alengora@yandex.ru](mailto:alengora@yandex.ru)

**Mikhaylova E.S.** – PhD (Chemistry), Associate Professor of the Department of Technosphere Safety, Head of the Institute of Nano-, Bio-, Information-, Cognitive and Socio-humanitarian Technologies, Kemerovo State University, Kemerovo, 650000, Russian Federation, e-mail: [e\\_s\\_mihaylova@mail.ru](mailto:e_s_mihaylova@mail.ru)

**Utrobina T.A.** – PhD (Engineering), Associate Professor of the Department of Technosphere Safety, Kemerovo State University, Kemerovo, 650000, Russian Federation, e-mail: [tamara-mamontova@yandex.ru](mailto:tamara-mamontova@yandex.ru)

#### Информация о статье

Поступила в редакцию: 15.09.2024

Поступила после рецензирования: 21.10.2024

Принята к публикации: 31.10.2024

#### Paper info

Received September 15, 2024

Reviewed October 21, 2024

Accepted October 31, 2024