

DOI: 10.25558/VOSTNII.2020.91.43.009

УДК 504.054:744:004.92

© Е.Л. Счастливцев, Н.И. Юкина, А.А. Быков, 2020

Е.Л. СЧАСТЛИВЦЕВ

д-р техн. наук,
заведующий лабораторией
ФИЦ ИВТ КФ, г. Кемерово
e-mail: schastlivtsev@ict.sbras.ru



Н.И. ЮКИНА

канд. техн. наук,
научный сотрудник
ФИЦ ИВТ КФ, г. Кемерово
e-mail: leonakler@mail.ru



А.А. БЫКОВ

канд. физ.-мат. наук,
старший научный сотрудник
ФИЦ ИВТ КФ, г. Кемерово
e-mail: bykov@icc.kemsc.ru



МОНИТОРИНГ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В БАСЕЙНЕ РЕКИ УСКАТ

В работе представлены результаты многолетнего (2000–2019 гг.) мониторинга поверхностных вод в бассейне реки Ускат. Проведена оценка суммарного загрязнения при распространении и выпадении атмосферных аэрозолей на территории бассейна реки Ускат и оценка качества поверхностных вод. Установлены основные источники загрязнения.

Ключевые слова: ВОДНЫЙ ОБЪЕКТ, МОНИТОРИНГ, КАЧЕСТВО ВОД, ТЕХНОГЕННАЯ НАГРУЗКА, ВЫБРОСЫ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ, АТМОСФЕРНЫЕ ВЫПАДЕНИЯ, ПЫЛЕВЫЕ ЧАСТИЦЫ, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МОДЕЛИ.

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день вся деятельность человека оказывает негативное влияние на окружающую среду. Большая часть загрязнений поступает от предприятий черной и цветной металлургии, нефтехимической и угледобывающей промышленности, электро-

станций и различных транспортных средств. Промпредприятия ежедневно используют воду для своих непосредственных целей, что приводит к появлению сточных вод, загрязненных тысячами ядовитых веществ [1].

В результате добычи угля изменяется гидрологический режим поверхностных и подземных вод, водные ресурсы истощаются.

Из-за того, что в подземные и поверхностные водные объекты попадают хозяйственно-бытовые и сточные воды от предприятий угольной промышленности и населенных пунктов, происходит загрязнение водных ресурсов. Из общего объема таких сточных вод около 20 % сбрасываются без очистки, а остальные 80 % — недостаточно очищенными. В настоящее время в стране действует около 70 карьеров и разрезов, более 200 угольных шахт, свыше 70 обогатительных фабрик и еще 350 других предприятий угледобывающей отрасли. Эти предприятия сконцентрированы в богатых углем бассейнах. Основные угледобывающие регионы — Кузнецкий, Канско-Ачинский, Печорский, Якутский, Ростовский и Подмосковский [2]. По данным на 2019 год в Кузбассе работают 41 шахта и 52 разреза [3].

В работе проведена оценка качества поверхностных вод (бассейна реки Ускат) в угледобывающем регионе. Оценку техногенной нагрузки на бассейны рек проводили с применением модельных расчетов осаждения загрязняющих веществ (ЗВ) из атмосферы на подстилающую поверхность и расчета качества водных объектов по нормализованным (НП) и ассоциативным показателям (АП).

ОЦЕНКА РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ВЫПАДЕНИЯ АТМОСФЕРНЫХ АЭРОЗОЛЕЙ

Выбросы загрязняющих веществ (ЗВ), поступающие в атмосферу от промышленных предприятий, оказывают воздействие не только на загрязнение воздуха, но и на экологическую нагрузку всех наземных экосис-

тем. Происходит это путем осаждения ЗВ на подстилающую поверхность и последующего поглощения ЗВ элементами поверхности, такими как почва, снег, вода, растительность. При этом не исключена ситуация, когда промышленные выбросы, будучи допустимыми с точки зрения соблюдения гигиенических предельно допустимых концентраций (ПДК) в атмосфере населенных мест, могут привести к весьма негативным явлениям, связанным с накоплением ЗВ в почвенном покрове. Загрязнение снегового покрова в течение зимнего периода с последующим стоком талых вод в водоемы может значительно ухудшить качество воды и т. д.

В настоящем разделе рассматриваются модельные оценки осаждения пылевых частиц, сульфатов и нитратов от источников выбросов в атмосферу промышленных городов Кузбасса, в зону влияния которых попадает бассейн реки Ускат. Модель [4] встроена в состав программного комплекса «ЭРА-ВОЗДУХ» (www.lpp.ru), широко используемого для проектных работ в Сибирском регионе.

Изолинии выпадения суммы всех пылевых частиц показаны на рисунках 1–3. Видно, что области со значительным выпадением частиц из атмосферы (более 5 г/м²) расположены в непосредственной близости от источников выброса.

Программа «ЭРА-ВОЗДУХ» позволяет рассчитать интеграл выпадения частиц по произвольному полигону, что используется для определения суммарного поступления примесей из атмосферы в бассейн реки Ускат. Результаты расчетов количества промышленной пыли, сульфатов и нитратов представлены в таблице 1.

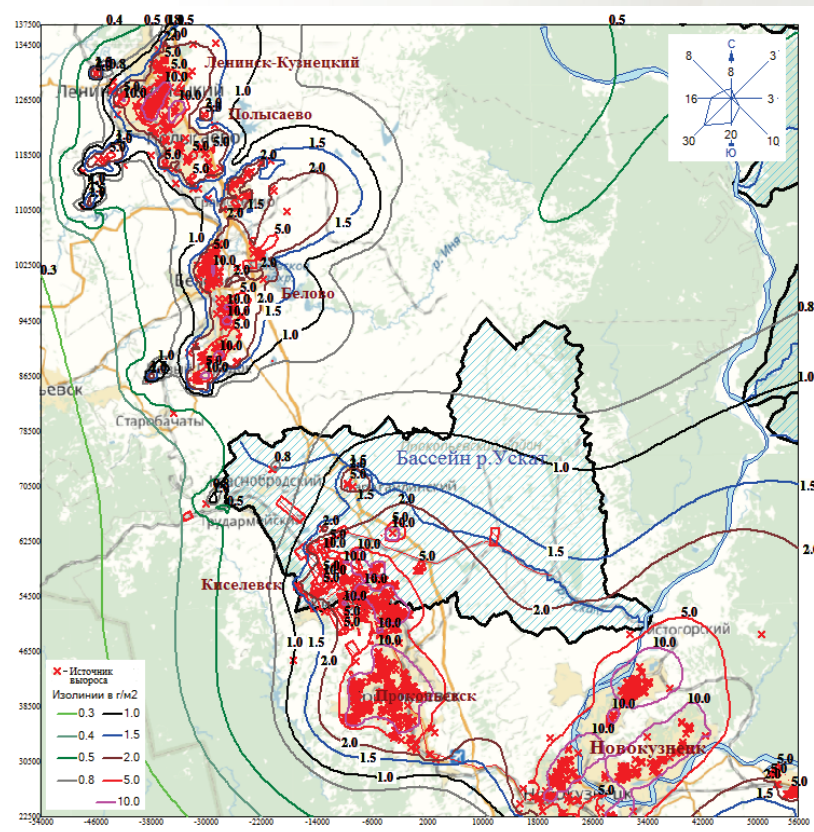


Рис. 1. Изолинии расчетного выпадения пылевых частиц, содержащихся в выбросах промышленных городов Кузбасса, в окрестности и по территории бассейна реки Ускат

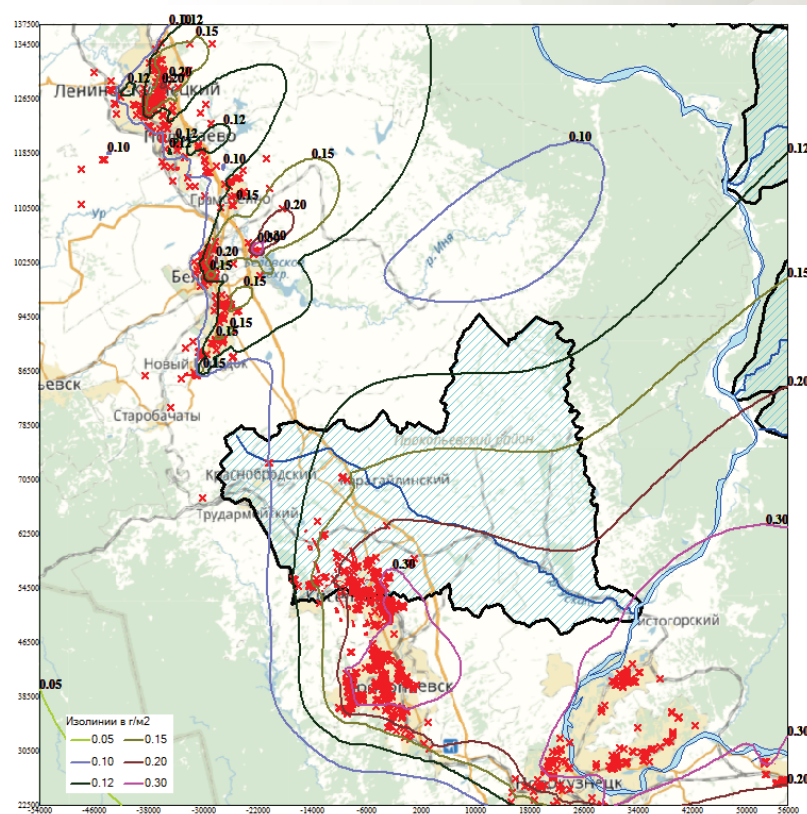


Рис. 2. Изолинии расчетного выпадения сульфатов, содержащихся в выбросах промышленных городов Кузбасса, в окрестности и по территории бассейна реки Ускат

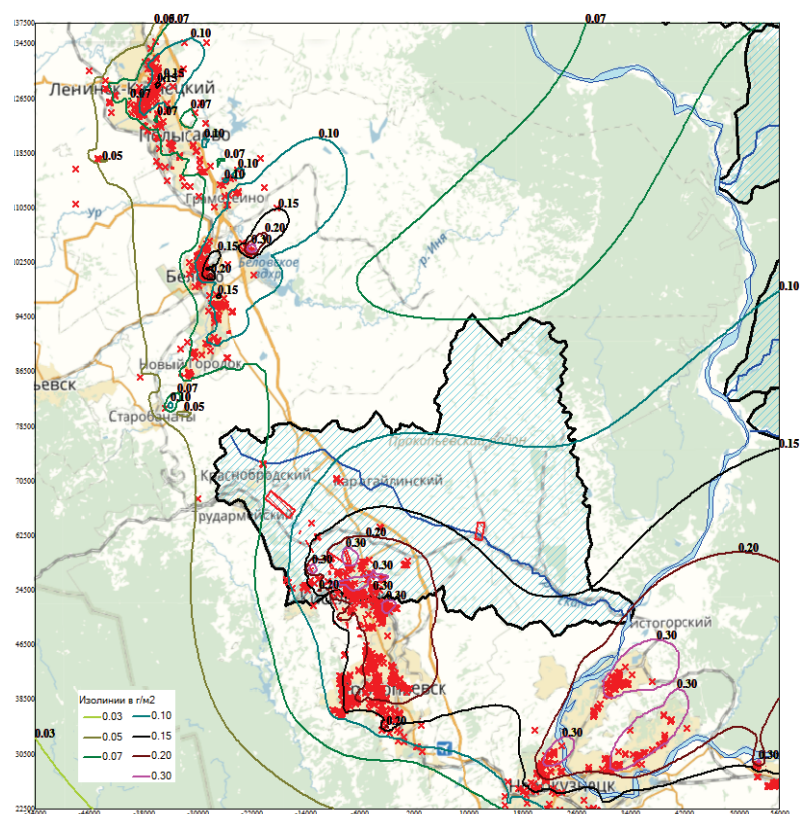


Рис. 3. Изолинии расчетного выпадения нитратов, содержащихся в выбросах промышленных городов Кузбасса, в окрестности и по территории бассейна реки Уска

Таблица 1

Расчетная оценка интегрального выпадения промышленной пыли, нитратов и сульфатов на поверхность бассейна реки Уска

Река	Площадь бассейна, км ²	Выпадение, т/год (на км ²)			Суммарное выпадение на территорию бассейна, т/год
		Пыль	Нитраты NO ₂ + NO + NH ₃	Сульфаты SO ₂ + H ₂ S	
Уска	1591	3464 (2.18)	241 (0.152)	304 (0.182)	4009 (2.52)

Ниже для сравнения приведена таблица 2 и рисунки 4–5 с результатами ранее проведенных авторами [7] аналогичных расчетов антропогенной нагрузки на бассейны рек Кемеров-

ской области, расположенных в идентичных природно-климатических условиях и подверженных влиянию одних и тех же промышленных источников загрязнения атмосферы.

Таблица 2

Интегральное выпадение промышленной пыли, сульфатов и нитратов на поверхность бассейнов

Река	Площадь бассейна, км ²	Суммарное выпадение на территорию бассейна, т/год			
		Пыль	Сульфаты	Нитраты	Всего
Тарсьма	1864	486	85	115	686
Касьма	1578	646	112	169	927
Мрас-Су	8840	5002	242	185	5429

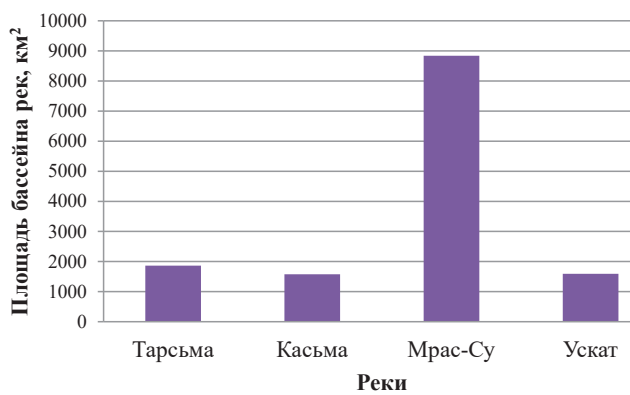


Рис. 4. Площади бассейнов рек

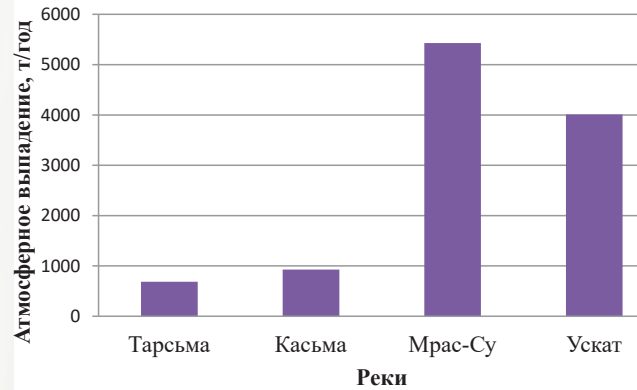


Рис. 5. Сравнительная характеристика атмосферных выпадений на бассейны рек

На рисунках 4–5 показано, что из-за большой площади бассейна на реку Мрас-Су приходится высокая пылевая нагрузка (5429 т/год), однако далее будет отмечено, что на качество реки это влияет незначительно. Также стоит отметить, что по площади бассейнов реки Ускат и Касьма примерно одинаковые, но на выпадение атмосферных выбросов на реку Ускат приходится в 4 раза больше.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

На качество поверхностных вод оказывают техногенное воздействие сбросы сточ-

ных вод угольно-добывающих предприятий (УДП), а также смыв загрязняющих веществ с территорий УДП вместе с осадками. В работе проведена оценка качества поверхностных вод в бассейне реки Ускат (рис. 6). Основные реки на территории бассейна реки Ускат, в которые осуществляется сброс карьерных и шахтных вод: Талда, Кыргай, Калзагай, Чикманачиха и Тагарыш. Оценку качества вод проводили по нормализованным (НП) и ассоциативным показателям (АП), подробно описаны в [5–6]. Результаты расчетов представлены в табл. 3 и на рис. 7.

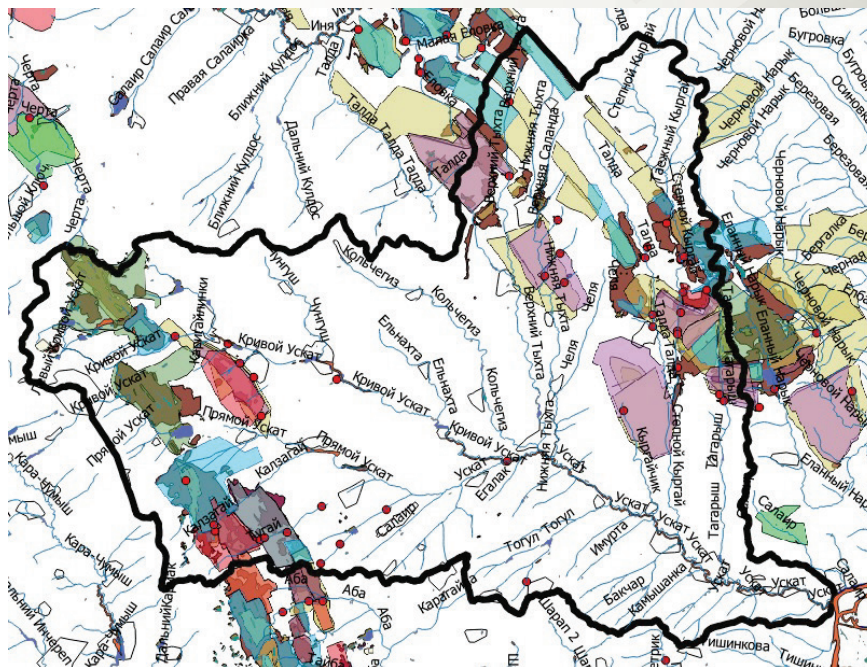


Рис. 6. Бассейн реки Ускат

Примечание: полигонами выделены угольно-добывающие предприятия, точки — места сброса в реку карьерных и шахтных вод.

Таблица 3

Оценка качества поверхностных вод за 2000–2019 гг.

Реки	АП	Класс качества воды	Название класса
Калзагай выше	1,25	3	умеренно загрязненная
Калзагай ниже	1,18	3	умеренно загрязненная
Чикманачиха выше	1,22	3	умеренно загрязненная
Чикманачиха ниже	1,15	3	умеренно загрязненная
Талда выше	1,73	3	умеренно загрязненная
Талда ниже	2,02	3	умеренно загрязненная
Кыргай выше	1,11	3	умеренно загрязненная
Кыргай ниже	1,08	3	умеренно загрязненная
Верх. Тыхта выше	0,89	2	чистая
Верх. Тыхта ниже	0,82	2	чистая
Акчурла ниже	0,82	2	чистая
Тагарыш выше	1,70	3	умеренно загрязненная
Тагарыш ниже	1,43	3	умеренно загрязненная
Ускат	3,47	4	загрязненная

Примечание: выше (ниже) — отбор проб проводился на реке выше (или ниже) сброса карьерных или шахтных вод.

Показатели НП и АП поверхностных вод определяли по 360 пробам за период 2000–2019 гг. по 14 показателям: аммоний, БПК-пол., взвешенные вещества, железо, марганец, медь, нефтепродукты, нитраты, нитриты, сульфаты, сухой остаток, фенолы, хлориды.

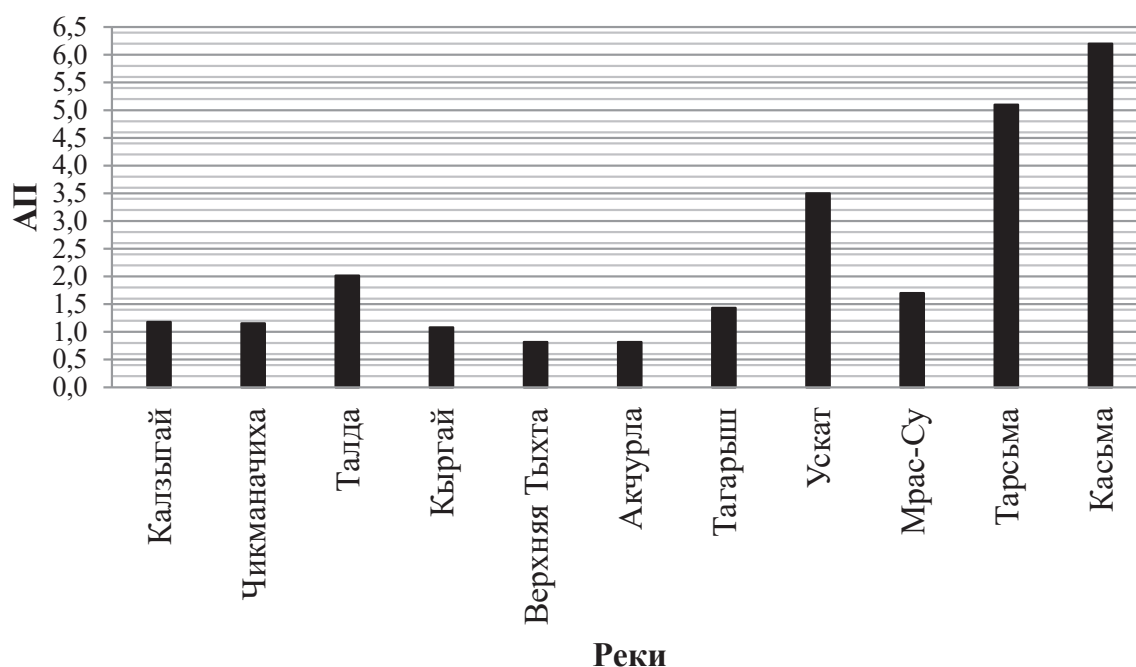


Рис. 7. Оценка качества рек по ассоциативным показателям (АП)

ВЫВОДЫ

В результате установлено, что притоки реки Ускат: Талда, Кыргай, Калзагай, Чикманачиха и Тагарыш имеют 3 класс качества и оцениваются как «умеренно загрязненные», а Акчурла и Верхняя Тыхта соответствуют 2 классу качества вод и оцениваются как «чистая». Река Ускат более загрязненная — 4 класс качества «загрязненная». Наиболее загрязнены взвешенными веществами, нефтепродуктами и сульфатами реки Тарсьма и Касьма.

В результате установлено, что притоки р. Ускат: Талда, Кыргай, Калзагай, Чикманачиха Тагарыш, Акчурла и Верхняя Тыхта менее загрязненные, чем река Ускат. Река Ускат наиболее загрязнена взвешенными веществами и сульфатами, которые попадают в нее из атмосферы в результате оседания загрязненных веществ, а также нефтепродуктами, поступающими в реку путем смыва талыми и дождевыми водами с прилегающих территорий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воздействие промышленности на окружающую среду // <https://newsvo.ru/vozdeystvie-promyshlennosti-na-okruzhayushchuyu.dhtm> (дата обращения: 20.06.2020).
2. Угольная промышленность и экология // <https://ekovolga.com/proverki/90-ugolnaya-promyshlennost-i-ekologiya.html> (дата обращения: 20.06.2020).
3. Официальные цифры: сколько в Кузбассе работающих шахт и разрезов // <https://vashgorod.ru/kemerovo/news/1126185> (дата обращения: 20.06.2020).
4. Быков А.А., Счастливцев Е.Л., Пушкин С.Г. Особенности построения и практического применения локальной модели загрязнений почвы техногенными выбросами пылевых частиц // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2007. № 4. С. 74–82.
5. Потапов В.П., Мазикин В.П., Счастливцев Е.Л., Вашлаева Н.Ю. Геоэкология угледобывающих районов Кузбасса. Новосибирск: Наука, 2005. 660 с.
6. Счастливцев Е.Л. Техногенное воздействие угледобывающих предприятий на окружающую среду (на примере Кузбасса): автореферат дис. ... д-ра техн. наук: 25.00.36 / Евгений Леонидович Счастливцев; Ин-т угля и углехимии СО РАН. Барнаул, 2006. 43 с.
7. Счастливцев Е.Л., Быков А.А., Юкина Н.И. Расчетная оценка антропогенной нагрузки на бассейны рек с учетом осаждения из атмосферы промышленных выбросов // Труды VI всероссийская конференция «Безопасность и мониторинг техногенных и природных систем». Красноярск, 2018. С. 446–451.

DOI: 10.25558/VOSTNII.2020.91.43.009

UDC 504.4.054: 504.3.054

© E.L. Schastlivtsev, N.I. Yukina, A.A. Bykov, 2020

E.L. SCHASTLIVTSEV

Doctor of Engineering Sciences,

Head of Laboratory

Federal Research Center for Information and Computing Technologies,

Kemerovo branch, Kemerovo

e-mail: schastlivtsev@ict.sbras.ru

N.I. YUKINA

Candidate of Engineering Sciences,
Researcher
Federal Research Center for Information and Computing Technologies,
Kemerovo branch, Kemerovo
e-mail: leonakler@mail.ru

A.A. BYKOV

Candidate of Phys.-Math. Sciences,
Senior Researcher
Federal Research Center for Information and Computing Technologies,
Kemerovo branch, Kemerovo
e-mail: bykov@icc.kemsc.ru

SURFACE WATER MONITORING IN THE USKAT RIVER BASIN

The paper presents the results of long-term (2000–2019) monitoring of surface waters in the Uskat river basin. The assessment of total pollution during the spread and loss of atmospheric aerosols in the Uskat river basin and the assessment of surface water quality were carried out. The main sources of pollution are identified.

Keywords: WATER BODY, MONITORING, WATER QUALITY, INDUSTRIAL LOAD, POLLUTANT EMISSIONS, ATMOSPHERIC PRECIPITATION, DUST PARTICLES, COMPUTATIONAL MODELS.

REFERENCES:

1. The environmental impact of industry // <https://newsvo.ru/vozdeystvie-promyshlennosti-na-okruzhayushchuyu.dhtm>. [In Russ.].
2. Coal industry and ecology // <https://ekovolga.com/proverki/90-ugolnaya-promyshlennost-i-ekologiya.html>. [In Russ.].
3. Official figures: how many working mines and opencasts are in Kuzbass // <https://vashgorod.ru/kemerovo/news/1126185>. [In Russ.].
4. Bykov A.A., Schastlivtsev E.L., Pushkin S.G. Features of the construction and practical application of the local model of soil pollution by technogenic emissions of dust particles // Safety and emergency situations. 2007. No. 4. P. 74–82. [In Russ.].
5. Potapov V.P., Mazikin V.P., Schastlivtsev E.L., Vashlaeva N.Yu. Geoecology of coal mining regions of Kuzbass. Novosibirsk: Nauka, 2005. 660 p. [In Russ.].
6. Schastlivtsev E.L. Technogenic impact of coal mining enterprises on the environment (on the example of Kuzbass): abstract of dis. ... Dr. Tech. Sciences: 25.00.36 / Evgeniy Leonidovich Schastlivtsev; Institute of Coal and Coal Chemistry SB RAS. Barnaul, 2006. 43 p. [In Russ.].
7. Schastlivtsev E.L., Bykov A.A., Yukina N.I. Calculation of the anthropogenic load on river basins, taking into account the deposition of industrial emissions from the atmosphere // VI All-Russian Conference «Safety and Monitoring of Technogenic and Natural Systems»: Materials and reports. Krasnoyarsk, 2018. P. 446–451. [In Russ.].