

# **Influence of Anthropogenic Factors on the Quality of River Water in Regions with Intensive Mining of Coal**

*Evgeniy L. Schastlivtsev, Anatoly A. Bykov, Natalia I. Yukina*

*Institute of Computational Technologies SB RAS*

## **Abstract**

The paper considers the influence of various anthropogenic factors on the quality of water in a river. As an example, assessment of pollution, the Mras-Su river basin (Southern Kuzbass) is considered. The contributions of anthropogenic factors are calculated: pit water discharges, deposition of pollutants from the atmosphere and the contribution of other anthropogenic sources of pollution.

**Keywords:** *river basin, pollution, ingredients, atmospheric deposition, water quality*

# ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА КАЧЕСТВО ВОДЫ В РЕКЕ В РАЙОНАХ С ИНТЕНСИВНОЙ УГЛЕДОБЫЧЕЙ

Счастливец Е.Л., Быков А.А., Юкина Н.И.  
Институт вычислительных технологий СО РАН, Россия

## Аннотация

В работе рассмотрено влияние различных антропогенных факторов на качество воды в реке. В качестве примера, оценки загрязнений, рассмотрен бассейн реки Мрас-Су (Южный Кузбасс). Вычислены вклады антропогенных факторов: сбросов карьерных вод, выпадение загрязняющих веществ из атмосферы и вклад других антропогенных источников загрязнения.

**Ключевые слова:** бассейн реки, загрязнение, ингредиенты, атмосферное выпадение, качество вод

Основными источниками загрязнения воды в реках являются: прямые сбросы угольно-добывающих предприятий, промпредприятий, смыв с территорий, загрязненных продуктами хозяйственной деятельности людей, а также выпадение и оседание атмосферных примесей, выбрасываемых источниками загрязнения воздуха на поверхность бассейна реки. Для примера, рассмотрим бассейн реки Мрас-Су. Река Мрас-Су является левым притоком реки Томь, берет начало с Абаканского хребта, течёт в глубокой долине по Горной Шории по территории Шорского национального парка. В 635 км от устья по левому берегу расположен г. Мыски. На рис.1 представлен бассейн реки Мрас-Су, точками отмечены места сброса сточных вод угольно-добывающими предприятиями.

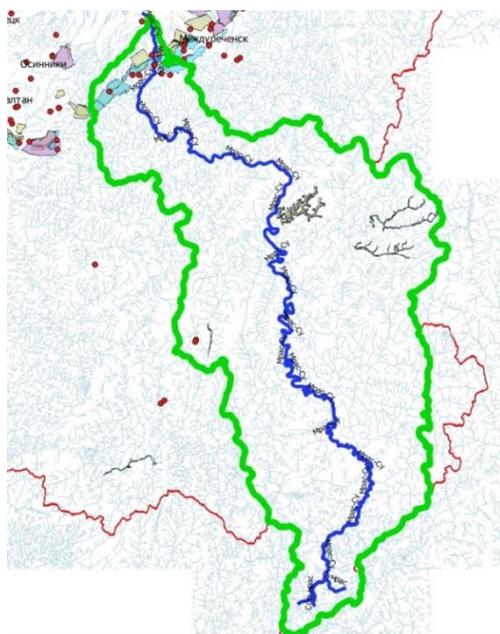


Рисунок 1- Бассейн реки Мрас-Су

Одним из источников загрязнения реки, являются смыв с осадками с территории бассейна продуктов жизнедеятельности людей. На территории бассейна р.Мрас-Су находится 37 сельских и 2 городских поселения (Мыски и Шерегеш), всего 55388 жителей [1]. Сельские поселения в основном размещены по берегам реки. Ориентировочные поступления твердых бытовых отходов от сельских поселений можно количественно оценить на основе [2], согласно которому отходы из жилищ несортированные (исключая крупногабаритные) составляют 210 - 225 кг на 1 чел/год, а мусор от бытовых помещений несортированный – 40 – 70 кг на 1 чел/год. В таблице 1 приведена ориентировочная оценка поступления на территории бассейнов твердых отходов от сельских поселений.

Таблица 1

## Оценка поступления на территории бассейнов твердых отходов от сельских поселений

Бассейн реки	Число поселений и городов	Суммарное население, чел	Отходы, т в год		
			из жилищ	Из бытовых помещений	В сумме
Мрас-Су	39	55 388	12185	3046	15231

Естественно, эти отходы не попадают напрямую в водоемы, но загрязняющие вещества частично смываются в реки осадками. Не исключена и фильтрация через почву, поскольку сельские поселения находятся в непосредственной близости к водоемам.

Весьма значимым источником загрязнения бассейнов рек, является выпадение промышленных выбросов из атмосферы. Вклад выпадения аэрозолей из атмосферы в суммарное загрязнение бассейна реки Мрас-Су оценен с применением долгосрочной модели расчета выпадения на подстилающую поверхность [3]. Модель встроена в состав программного комплекса “ЭРА-ВОЗДУХ” ([www.lpp.ru](http://www.lpp.ru)) широко используемого для проектных работ в Сибирском регионе. Это позволяет использовать накопленные в форматах комплекса нормативные исходные данные по источникам выбросов для научных исследований.

В представленных ниже расчетах использованы данные инвентаризаций источников загрязнения (4504 источника), проведенные для разработки сводных томов ПДВ городов Киселевск, Прокопьевск, Новокузнецк, Мыски и Междуреченск. Детальные данные по источникам достаточно крупных населенных пунктов от Осинников до Таштагола авторам недоступны, поэтому суммарные выбросы по этим населенным пунктам приближенно оценено на основе данных Государственного доклада [4].

Изолинии выпадения суммы всех пылевых частиц показаны на рисунке 2. Видно, что области со значительным выпадением примесей находятся в северной части бассейна, вблизи устья реки Мрас-Су, где сосредоточены промышленные города и индустриальные районы. Центральная и южная части бассейна реки Мрас-Су подвержена незначительному загрязнению атмосферы и выпадению атмосферных примесей. На рисунке 2 северный участок отделен от всего бассейна жирной линией, и на территорию северного участка (6% от общей площади) выпадает почти 20% всех пылевых частиц промышленного происхождения.

Аналогичные расчеты проделаны для нитратов (азотосодержащие примеси  $\text{NO}_2 + \text{NO} + \text{NH}_3$ ) и сульфатов (серосодержащие примесей  $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{S}$ ). Данные примеси имеют малые скорости выпадения (точнее – имеющие размерность скорости коэффициенты улавливания поверхностью), поэтому их суммарные и удельные показатели выпадения на порядок меньше, чем для пылевых частиц. Однако интенсивность затухания загрязнения в зависимости от удаления от источников для таких примесей значительно меньше, что приводит к более равномерному загрязнению бассейна реки Мрас-Су сульфатами и нитратами.

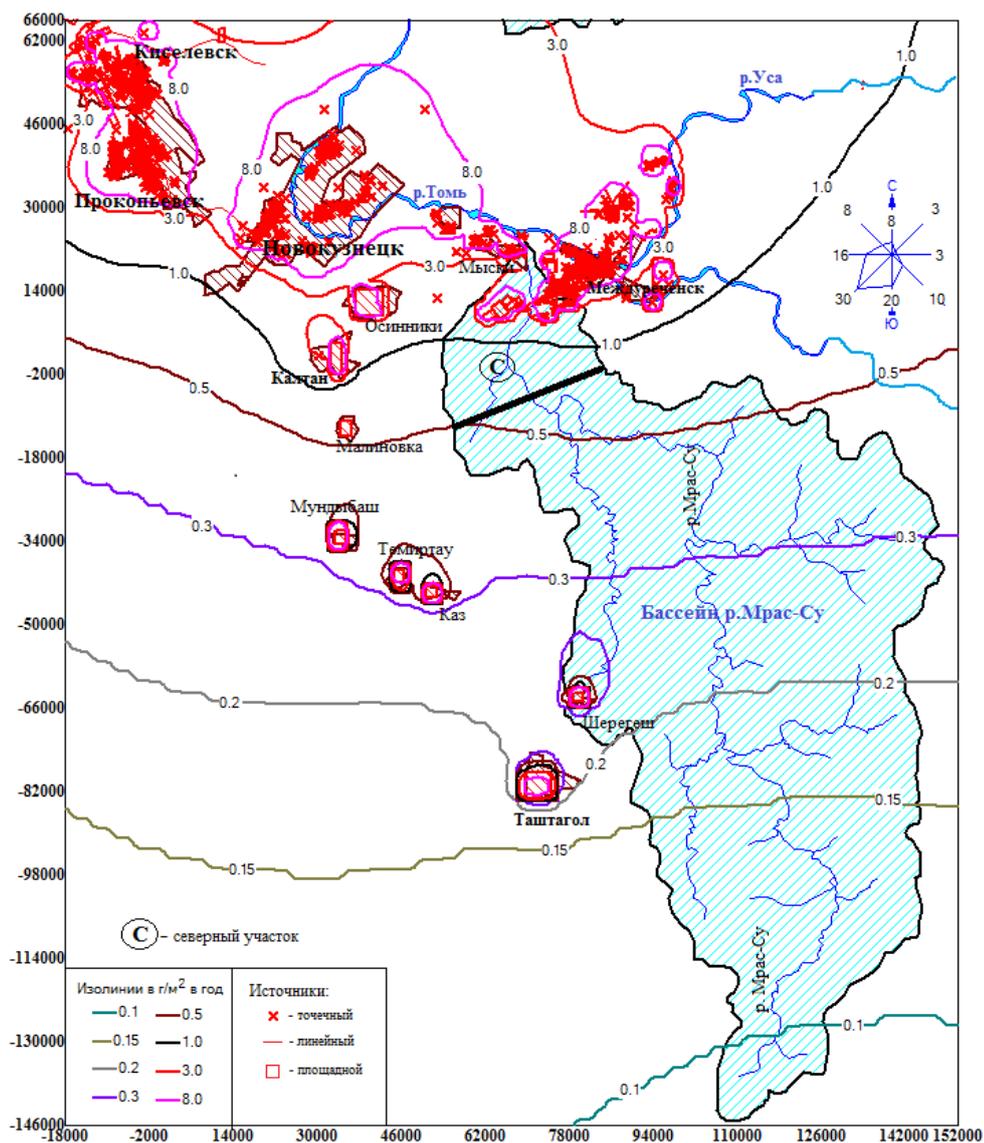


Рисунок 2 - Изолинии осадения на почву промышленной пыли всех фракций и составов, выбрасываемой в атмосферу в районе бассейна реки Мрас-Су.

Программа “ЭРА-ВОЗДУХ” позволяет рассчитывать распределение загрязнения атмосферы и выпадения на почву не только по регулярной сетке, но и по любому полигону. Кроме того, имеется функция по расчету интеграла выпадения частиц на полигон, что использовано для определения суммарного поступления промышленных примесей из атмосферы в бассейн реки Мрас-Су и выделенный на рисунке 2 северный участок. Результаты для промышленной пыли, сульфатов и нитратов представлены в таблице 2. Для северного участка указан процентный вклад для каждого показателя по всему бассейну

Таблица 2

Интегральное выпадение атмосферных промышленных выбросов на поверхность всего бассейна реки Мрас-Су и северного (индустриально нагруженного) участка

Участок	Площадь участка, км <sup>2</sup>	Выпадение, т в год (г/м <sup>2</sup> )			Суммарное выпадение на участок бассейна, т в год (г/м <sup>2</sup> )
		Пыль	Нитраты NO <sub>2</sub> +NO+NH <sub>3</sub>	Сульфаты SO <sub>2</sub> +H <sub>2</sub> S	
Весь бассейн	8840	5002 (0.56)	185 (0.021)	242 (0.027)	5429 (0.61)
Северный участок	530 (6%)	932 (1.759) (19%)	17 (0.028) (9%)	21 (0.033) (9%)	970 (1.743) (18%)

Авторами обобщены все данные о загрязнении воды в реке Мрас-Су с 2000 по 2017 года, полученные по литературным данным и в результате собственных экспедиционных исследований. По результатам анализов 12-ти ингредиентов, рассчитан ассоциативный показатель (АП) [5-6], который равен сумме концентраций всех веществ, деленных на соответствующие предельно допустимые концентрации. Для реки Мрас-Су он равен 1.7, что соответствует III классу качества воды «умеренно загрязненная».

Таблица 3

Суммарная антропогенная нагрузка на бассейн р. Мрас-Су и ассоциативный показатель (АП) качества воды

Река	Антропогенная нагрузка, тонн в год (%)			АП
	Промышленность, население	Выпадение из атмосферы	Сумма	
Мрас-Су	15231 (73)	5429 (27)	20660 (100)	1,7

Ниже для сравнения приведена таблица 4 с результатами ранее проведенных авторами [7] аналогичных расчетов антропогенной нагрузки на бассейны рек Кемеровской области, расположенных в идентичных с Мрас-Су природно-климатических условиях и подверженных влиянию одних и тех же промышленных источников загрязнения атмосферы.

Таблица 4

Сравнение антропогенной нагрузки на бассейны некоторых рек Кемеровской области

Река	Площадь бассейна, км <sup>2</sup>	Население, чел	Атмосферное выпадение, т в год (г/м <sup>2</sup> )	Суммарная антропогенная нагрузка, т в год	АП
Мрас-Су	8840	55388	5429 (0,61)	20626	1,7
Верхняя Терсь	1068	998	1497 (1,40)	1744	4.8
Средняя Терсь	2022	124	2184 (1.08)	2218	2.4
Тайдон	2258	0	1363 (0,60)	1363	2.4

## Заключение

В работе рассмотрено влияние различных антропогенных факторов на качество воды в реках. Предложен подход к расчету показателей интегральной антропогенной нагрузки на водные бассейны рек, расположенных вблизи индустриально развитых территорий. Приведен пример практических расчетов суммарной и удельной нагрузки для бассейна реки Мрас-Су, расположенной в южной части Кемеровской области. Дано сравнение показателей нагрузки на бассейн с обобщенной оценкой загрязнения воды в реке.

Установлено, что наличие угледобывающих предприятий и городской промышленной агломерации (Мыски, Междуреченск) вблизи устья реки, вызывает достаточно высокую локальную антропогенную нагрузку на северный участок бассейна, качество воды в р. Мрас-Су остается достаточно чистым и оценивается, как «умеренно загрязненное». Этому способствует большая площадь бассейна и незначительная нагрузка в его центральной и южной частях.

Сравнение расчетов для Мрас-Су с другими реками Кемеровской области позволяет заметить, что наилучшим образом ассоциативный показатель загрязнения воды коррелирует с показателем суммарного удельного выпадения (г/м<sup>2</sup>) промышленных атмосферных выбросов на площади бассейнов рек.

## Список литературы

1. Всероссийская перепись населения 2010 года. Кемеровская область. 1.6. Численность населения городских округов, муниципальных районов, городских и сельских поселений, городских населённых пунктов, сельских населённых пунктов.
2. СанПиН 2.1.7.1322-03. Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления от 15.06.2003г. [Электронный ресурс] <http://docs.cntd.ru/document/901862232> (Дата обращения 15.11.2018).
3. 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.
4. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2017 году. – Кемерово, 2018г. - 483с.
5. Потапов В.П., Мазикин В.П., Счастливцев Е.Л., Вашлаева Н.Ю. Геоэкология угледобывающих районов Кузбасса.- Новосибирск: Наука, 2005. – 660с.
6. Счастливцев Е.Л., Юкина Н.И., Харлампенков И.Е. Информационно-аналитическая система геоэкологического мониторинга водных ресурсов угледобывающего региона // Вестник КузГТУ. Кемерово. – 2016. № 2 (114)., С. 157-164.
7. Счастливцев, Е.Л. Расчетная оценка антропогенной нагрузки на бассейны рек с учетом осаждения из атмосферы промышленных выбросов / Е.Л. Счастливцев, А.А. Быков, Н.И. Юкина // VI Всероссийская конференция "Безопасность и мониторинг техногенных и природных систем": Материалы и доклады. Красноярск. – 2018. - С.446-451.