

С.К. МУСТАФИН

**РАЗНОТИПНАЯ ТЕХНОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ КАЧЕСТВА ВОД  
ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ: ЗАДАЧИ ОПЕРАТИВНОЙ  
ОЦЕНКИ И КОМПЛЕКСНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА**

*Башкирский государственный университет,  
г. Уфа, Республика Башкортостан, Российская Федерация  
sabir.mustafin@eandex.ru*

Российская Федерация (далее РФ) граничит с 14 государствами Европы и Азии; её государственную границу пересекает свыше 800 различных водных объектов, в том числе 70 больших и средних рек, являющихся жизненно важными как для нашей страны, так и для граничащих с ней государств. Качество воды трансграничных водных объектов, оценивалось по данным режимных наблюдений на 48 реках, 2 протоках, 2 озёра, 1 водохранилище; в 69 пунктах, 68 створах, на 73 вертикалях [2].

Большинство речных систем Беларуси, как это показано на примере исследования Западной Двины [3], отличает их формирование за пределами страны и дальнейший транзит из одного государства в другое через территорию Республики Беларусь. Трансграничный перенос речными потоками при решении проблем охраны поверхностных вод, наряду с региональным, имеют и межгосударственное значение. Оценка трансграничного переноса требует учёт всех его основных составляющих: количества прихода вещества с верхнего течения на границу, количества внутритерриториальной «добавки» и количества вещества, передающегося в сопредельное государство с территории Республики Беларусь. Для реальной оценки масштабов трансграничного переноса необходим большой объем натурных измерений одновременно на двух пограничных линиях, с учётом скорости продвижения и процессов трансформации загрязняющих веществ в водной массе [3].

РФ заключила и активно реализует девять двусторонних и одно трёхстороннее межправительственные соглашения с сопредельными государствами о совместном использовании и охране трансграничных объектов.

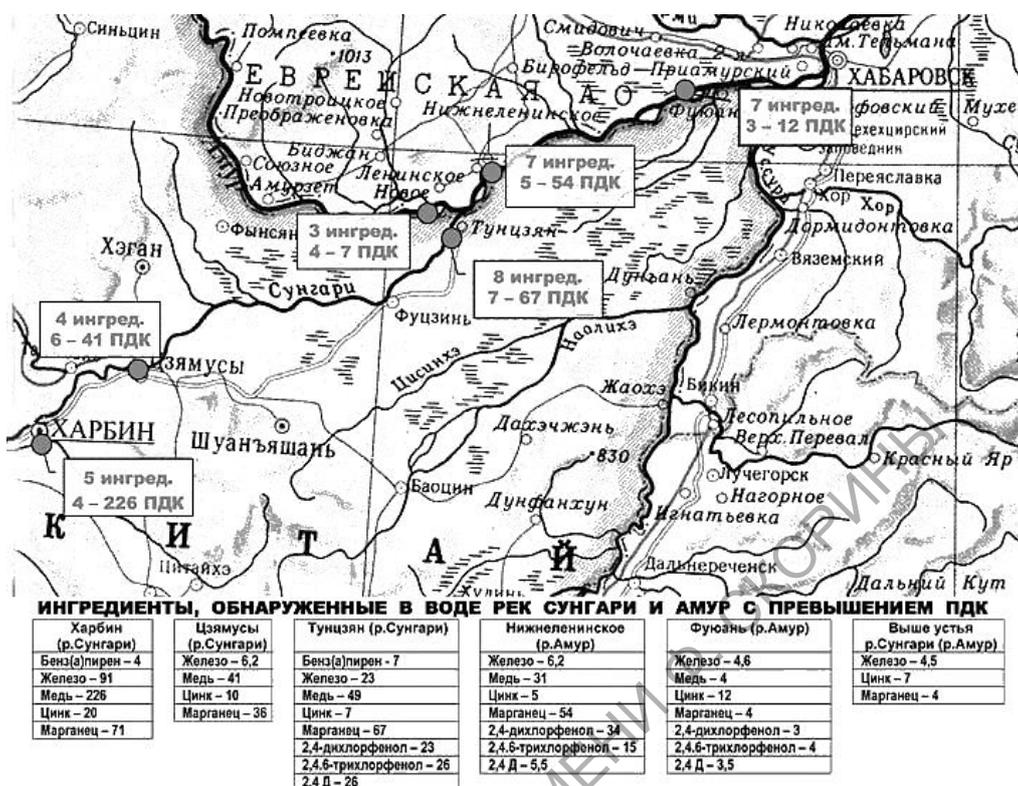
Актуальность такого сотрудничества, подтверждает ситуация, сложившаяся в 2005 году в связи с проблемой загрязнения вод р. Амур на территории РФ, произошедшего из-за аварии на химическом производстве, расположенном на территории Китая (далее КНР). В результате аварии на химзаводе в китайском городе в приток Амура – реку Сунгари было сброшено более 100 т токсических веществ. Отсутствие на тот момент соглашения о рациональном использовании и охране трансграничных вод между РФ и КНР (подписано в январе 2008 г.), осложняло задачу очистки бассейна р. Амур. Доля КНР в сбросе сточных вод составляла: в реку Аргунь – 87,5 %, в реку Амур на участке от устья реки Аргунь до устья реки Сунгари – 75 %, на участке устье реки Сунгари – выше устья реки Уссури – 98,5 %, в реку Уссури – 97,6 %.

Управлением государственного аналитического контроля Министерства природных ресурсов Республики Башкортостан (УТАК РБ) проведено исследование 30 проб природных вод, отобранных из рек Сунгари и Амур по программе 2-го этапа экстренного мониторинга. Исследования выполнялись в соответствии с техническим заданием, приложенным к письму № 4.1.2.19-3801 Правительства Хабаровского края в адрес Премьер-министра РБ от 26.04.2006 г.

Практически во всех пробах воды, отобранных из рек Сунгари и Амур, установлено присутствие загрязняющих веществ (далее ЗВ) фенола и бромфенолов, фталатов, некоторых полициклических ароматических углеводородов (далее ПАУ) (фенантрена и пирена), имеющих как природное, так и техногенное происхождение металлов (рисунок 1).

Все пробы воды проанализированы на содержание 53 летучих органических соединений. Специфическими компонентами - ЗВ, обнаруженными в реках Амур и Сунгари, являются хлорфенолы, пестициды и некоторые антропогенные ПАУ, присутствие которых в природных водах можно объяснить только техногенным воздействием. Практически во всех пробах воды, отобранных из реки Сунгари, обнаружены ПАУ антропогенного происхождения, в том числе бензопирен в концентрации, соответствующей 0,6 – 6,8 ПДК, пестициды – атразин и ацетохлор. Характерным отличием проб воды реки Сунгари, отобранных в районе г. Тунцзяна, от воды, отобранной выше по течению, является присутствие в ней не только вышеперечисленных ЗВ, но также 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4-Д) и сопутствующих ей соединений (2,6-Д и 2,4,6-Т и 2,4,6-трихлорфенола). Обнаруженная концентрация 2,4Д соответствовала 22–26,5 ПДК; 2,4,6- трихлорфенола – 1-3 ПДК. Тяжелые металлы в воде рек Сунгари и Амур обнаружены в следующих концентрациях (мг/дм<sup>3</sup>): железо – 0,13 – 0,56 и 0,33 – 0,52; медь 0,003 – 0,007 и 0,002 – 0,010; цинк 0,01

– 0,06 и 0,01 – 0,12; никель 0,001 – 0,004 и <0,001 – 0,010; марганец 0,01 – 0,02 и 0,01 – 0,04; хром 0,002 – 0,013.



**Рисунок 1 – Ингредиенты, обнаруженные в воде рек Сунгари и Амур с превышением соответствующих значений ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения [3]**

Практически во всех пробах воды установлено присутствие ртути; свинец, кадмий и кобальт обнаружены в единичных пробах в следовых концентрациях.

По результатам исследований было сделано заключение о том, что формирование и развитие систем экологического мониторинга вод трансграничных речных бассейнов невозможно без международного сотрудничества, обеспечивающего функционирование действенной системы наблюдений и оперативной аналитического контроля ЗВ в сочетании с оптимальным использованием ГИС - технологий [5].

29 января 2008 года в г. Пекине РФ и КНР подписали межправительственное Соглашение о рациональном использовании и охране трансграничных вод; на реализацию программы по предотвращению загрязнения реки Сунгари, рассчитанной на 2006 – 2010 годы, КНР выделила инвестиции в 13,4 млрд. юаней (1,959 млрд. \$).

3 августа 2017 года вступило в силу Соглашение между Правительством Республики Казахстан и Правительством Российской Федерации по сохранению экосистемы бассейна трансграничной реки Урал подписанное в г. Астане, 4 октября 2016 года. В соответствии с положениями статьи 3 Соглашения Стороны осуществляют сотрудничество по 11 направлениям, в качестве первого из которых выделена подготовка совместных действий и планов мероприятий по улучшению экосистемы бассейна и предотвращению трансграничного загрязнения реки Урал [7].

Река Урал имеющая площадь бассейна (включая бессточные районы) около 380 тыс. км<sup>2</sup> и общую протяжённость 2428 км, из которых 1084 км приходится на территорию Республики Казахстан (далее РК) является третьей по длине рекой Европы, уступая по

этому показателю лишь Волге и Дунаю. Верховье и среднее течение реки находятся в лесостепной и степной зонах, а нижние участки водосбора расположены в полупустынной и пустынной зонах. Климатические факторы определяют распределение нормы стока, объём которого снижается в направлении с севера на юг в связи с уменьшением количества осадков и увеличением испаряемости. Трансграничный характер бассейна определяется тем, что на территории субъектов РФ находятся верховья (Республика Башкортостан (далее РБ) и Челябинская область) и средний участок (Оренбургская область), а на территории Западно-Казахстанской и Атырауской областей РК нижний участок. Население территории, составляющее более 4 млн. человек занято в сферах чёрной и цветной металлургии, добыче и переработке нефти и газа, зерновом хозяйстве, мясном животноводстве. Река Урал занимает ведущее место в мире по потенциалу воспроизводства и добыче осетровых рыб.

Истоки реки Таналык – крупного правого притока реки Урал находятся в западных предгорьях хребта Ирэндык, в 5 км к востоку от озера Талкас и впадает в реку Урал за пределами РБ. Рельеф бассейна относительно ровный с небольшими сопками и гребнями; ширина реки 2 – 20 м, глубина до 5 – 6 м, дно реки неровное, илистое. Длина реки 225 км, площадь бассейна 4160 км<sup>2</sup>, густота речной сети – 0,24 км/км<sup>2</sup>; питание преимущественно (60–80 %), снеговое. Весеннее половодье начинается в апреле, и уровень воды поднимается на 2-4 м; талые воды, слабо просачиваясь в промёрзшую землю поступают из ручьёв в реки. Летне-осенняя межень 140 – 150 дней приходится на июнь-октябрь. Весенний сток составляет 92 % годового, летне-осенний – 5,5%, зимний – 2,5%; средний расход воды в устье 7,90 м<sup>3</sup>/сек.

В долине реки Таналык расположены как действующие – Бурибаевский ГОК, ООО «Башкирская медь», так и прекратившие деятельность объекты – Тубинская и Семёновская золотоизвлекательные фабрики (ЗИФ), карьеры отработки месторождений Бакр-Тау, Таш-Тау и др.; вовлечены в разработку руд месторождения Восточно-Семёновское, Юлалы, Туба-Каин и др. [4].

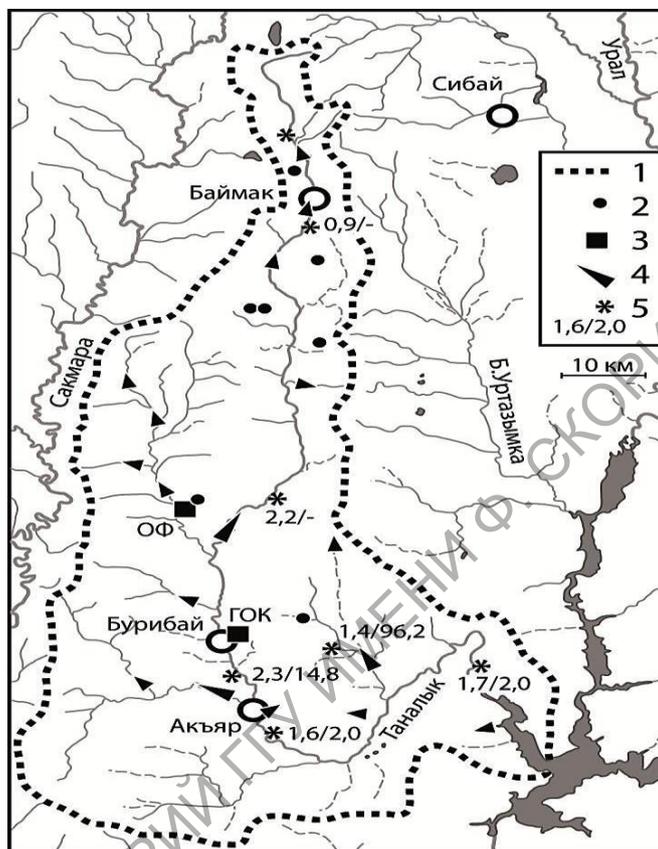
Источниками загрязнения гидросферы региона ЗВ являются 2639 тыс. т хвостов Семёновской ЗИФ, содержащие (т): меди – 1541; цинка-1393; свинца – 2111; кадмия – 7,6; ртути – 69,0; мышьяка – 2076,0; таллия – 7,1 и 400 тыс. т хвостов Тубинской ЗИФ, содержащие (т): меди – 222,4; цинка – 249,3; свинца – 778,8; кадмия – 0,5; ртути – 6,1.

Расположенные в непосредственной близости от русла реки Таналык, отвалы вскрышных пород и некондиционных руд Бурибаевского ГОКа объёмом 4,9 млн. т, содержат меди – 24 тыс. т (0,7 %); цинка – 4 тыс. т (0,12 %). Хвосты флотации, аккумулярованные в объёме - 6,9 млн. т, содержат: меди – 32 тыс. т (0,47 %); цинка – 15,6 тыс. т (0,23 %). Ежегодно образующиеся рудничные воды объёмом 200 тыс. м<sup>3</sup>/год характеризуются минерализацией – 5,5 г/дм<sup>3</sup> и подотвальными водами объёмом образования 81,5 тыс. м<sup>3</sup>/год соответственно – 44 г/дм<sup>3</sup>.

По данным Минэкологии РБ в сточных водах ЗАО «Бурибаевский ГОК» концентрация металлов превышает соответствующие значения ПДК: иона аммония в 12 раз, сульфатов – в 10, железа общего – в 606, меди – в 456, цинка – в 492, марганца – в 1020 раз. В воде ручья Гражданский превышения ПДК по меди – в 262, цинку – в 50, марганцу – в 38 раз [1]. В створе села Акъяр концентрация выше ПДК: для меди в 50-66, цинка 2-10, марганца 13 раз.

В пробах воды реки Таналык в разных створах обнаружено от 16 до 28 компонентов – ЗВ. Содержание анионов (нитратов, хлоридов, сульфатов) в воде составляло 0,03 – 188 мг/дм<sup>3</sup>, тяжелых металлов – 0,003 – 0,19 мг/дм<sup>3</sup>, летучих углеводородов (обнаружен только хлороформ) – 0,0004 – 0,0246 мг/дм<sup>3</sup>, органических соединений (обнаружены только карбоновые кислоты) – 0,0007 – 0,015 мг/дм<sup>3</sup>, ПАУ – 0,001 – 0,026 мкг/дм<sup>3</sup>. В изученных створах реки Таналык зафиксированы превышения ПДК: по сульфатам в 1,9

раза, железу - 1,5 – 1,7; меди - 3 - 112; цинку - 2 - 15; марганцу - 6 - 45; алюминию - 3,5 - 4,8; -кобальту - 2; показателю ХПК - 1,6 - 2,7, нефтепродуктам - 4 - 14 раза. В створе посёлка Бурибай, обнаружен широкий спектр ПАУ, высокие концентрации нефтепродуктов, а также метаболиты хлорорганических пестицидов. По результатам биотестирования токсичность воды от умеренной до высокой [4] (рисунок 2).



1 – границы бассейна, 2 – рудные месторождения, 3 – крупные горно-перерабатывающие предприятия (ОФ – обогатительная фабрика), ГОК – горно-обогатительный комбинат), 4 – водохранилища, 5 – места отбора проб и содержание меди и цинка в г/л

**Рисунок 2 – Ситуационная схема – антропогенные факторы формирования качества воды в бассейне р. Таналык: [6]**

В пробах донных отложений (далее ДО) реки Таналык в разных створах было обнаружено от 29 до 36 компонентов – ЗВ. Содержание анионов (нитратов, хлоридов, сульфатов) в ДО составляло (мг/кг): 18 – 1073, тяжелых металлов – 0,021 – 33808, летучих углеводородов – 0,004 – 0,25, органических соединений (фенолов, карбоновых кислот, алканов, молекулярной серы) – 0,009 – 41,7, ПАУ – 0,0006 – 0,0356 [1].

Истоки реки Худолаз – крупного притока реки Урал находятся на территории РБ на восточных склонах хребта Ирэндык (РБ); длина реки составляет 81 км, площадь водосбора – 1060 км<sup>2</sup>; ширина на мелководье достигает 10-15 м, глубина колеблется от 0,5 до 1,5 м, скорость течения на перекатах достигает 4 м/с. Качество воды в реки Худолаз формируется под воздействием сточных вод Сибайского филиала ОАО «Учалинский горно-обогатительный комбинат», дренажа из хвостохранилищ-

накопителей и выщелачивания отвальных пород. ЗВ поступают с отвалов вскрышных пород и некондиционных руд 517 млн. т, содержащих (тыс. т): меди – 170 (0,1 %); цинка – 680 (0,4 %); хвостов флотации объёмом 27,7 млн. т, содержащих (тыс. т): меди – 56 (0,2 %); цинка – 135,3 (0,5 %); с рудничными водами объёмом образования 3300 тыс. м<sup>3</sup>/год с минерализацией – до 4,2 г/дм<sup>3</sup> и подотвальными водами объёмом образования 650 тыс. м<sup>3</sup>/год с минерализацией – 42 г/дм<sup>3</sup>. Индекс токсичности воды реки Худолаз по результатам биотестирования 0,7 – 0,98 соответствует высокой степени токсичности.

В пробах ДО обнаружено 30 ЗВ, в том числе (мг/кг): анионов (нитратов, хлоридов, сульфатов) – 17 – 2720; тяжёлых металлов – 0,042 – 37148; нефтепродуктов – 89,5 – 229,6; летучих углеводородов (толуола, алкилбензолов, нафталина) – 0,004 – 0,072; органических соединений (фенолов, карбоновых кислот, алканов, серы) – 0,021–12,39; ПАУ – 0,0009 – 0,0288.

В пределах Оренбургской области приоритетные источники техногенного загрязнения вод трансграничного бассейна реки Урал металлами являются комбинат «Южуралникель», Гайский ГОК; Орско-Халиловский металлургический комбинат, Медногорский медно-серный комбинат; на территории РК приоритетным источником ЗВ вод бассейна реки Урал шестивалентным хромом и бором является АО «Завод хромовых соединений» г. Актобе.

### Список литературы

- 1 Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан в 2016 году». – Уфа: Мирэкологии РБ, 2017. – 316 с.
- 2 Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2016 году». – М. : Минприроды России; НИИ-Природа. – 2017. – 760 с.
- 3 Кольмакова, Е.Г. Динамика трансграничного переноса загрязняющих веществ в бассейне Западной Двины / Е.Г. Кольмакова, О.И. Маслова // Вестник БГУ. – 2008. – № 2. – С.97–100.
- 4 Мустафин, С.К. Техногенная трансформация качества вод трансграничных речных бассейнов различных природно-техногенных комплексов. / С.К. Мустафин // В сб.: «Природные опасности современные экологические риски устойчивость экосистем»: VII Дружининские чтения. – Хабаровск: Институт водных проблем ДВО РАН, 2018. – С.255–260.
- 5 Мустафин, С.К. Стратегия формирования и развития системы экологического мониторинга вод крупных трансграничных речных бассейнов / С.К. Мустафин [и др.]. // В сб.: «Развитие Дальнего Востока и Камчатки: Региональные проблемы». – Петропавловск-Камчатский: «Камчатпресс», 2009. – С. 39–43.
- 6 Павлейчик, В.М. Эколого-гидрологическая ситуация в бассейне реки Таналык в условиях техногенной трансформации природной среды в Южном Зауралье / В.М. Павлейчик В.М., Ж.Т. Сивохиц // Известия Самарского НЦ РАН. – Т.15, №3(3). – 2013. – С. 945–951.
- 7 Соглашение между Правительством Республики Казахстан и Правительством Российской Федерации «По сохранению экосистемы бассейна трансграничной реки Урал». Распоряжение Правительства Российской Федерации от 13 сентября 2016 г. № 1929-р.