

# ЗАГРЯЗНЕНИЕ тяжелыми МЕТАЛЛАМИ Братского водохранилища в РАЙОНЕ г. СВИРСКА

Дана характеристика загрязнения вод Братского водохранилища токсикантами промышленного происхождения. Предложена модель развития ситуации по локализации и обезвреживанию промышленных отходов.



## Введение

В первой половине XIX в. на левом берегу р. Ангары находилось небольшое поселение с названием Свирская. Постепенно Свирская росла и преобразалась. После гражданской войны, вслед за коллективизацией, разрушившей традиционный жизненный уклад сибирской деревенской общины, пришла индустриализация. Строится железнодорожная ветка Черемхово — Свирск, сыгравшая важную роль в становлении г. Свирска, начинается ввод промышленных объектов и строительство собственной теплоэлектростанции.

В 1934 г. был введен в действие Ангарский металлургический завод (АМЗ), который осуществлял выпуск «белого» мышьяка (триоксида мышьяка) для оборонной промышленности СССР. Рафинированный триоксид мышьяка направлялся на химические комбинаты по производству отравляющих веществ (люизит и адамсит), а золотосодержащие арсенопиритовые огарки отправлялись на медеплавильные заводы Урала, часть

**О.С. Михайлова\***,

магистрант,  
ФГБОУ ВПО

Иркутский государственный технический университет

**Е.А. Мусихина,**

кандидат технических наук, профессор кафедры

архитектурно-проектирования ФГБОУ ВПО Иркутский государственный технический университет

огарков складировалась на территории завода, примыкающей к зданию обжига.

В 1949 г. производство АМЗ было остановлено по причине перевода производства люизита и адамсита на фосфорорганические отравляющие вещества, основные фонды брошены бывшим владельцем (Государственный всесоюзный трест «Союзмышьяк») без демонтажа и соответствующей зачистки оборудования.

20 сентября 1940 г. вступил в строй действующих предприятий страны завод химических источников тока №389, будущий «Востсибэлемент». После перестройки градообразующий завод «Востсибэлемент» распался. На базе его цехов продолжают перерабатывать свинец для производства аккумуляторных батарей ставшие самостоятельными заводы: ЗАО «АКТЕХ-Байкал», Свирский аккумуляторный завод №5, «Востсибаккумулятор» [1].

## Результаты и их обсуждение

Современному городу в наследство от предыдущих хозяйственников досталась сложная экологическая обстановка. Продолжается интенсивное загрязнение всех

\*Адрес для корреспонденции: mikhaylova.istu@gmail.com



**Рис. 1.** Спутниковый снимок района загрязнения.

компонентов природных сред — атмосферного воздуха, подземных и поверхностных вод, почвенного покрова.

По результатам исследований подразделения «Иркутскгеологии» на территории Свирска была установлена аномалия мышьяка эллипсовидной формы приблизительно 600 x 320 м, приуроченная к территории АМЗ. Ее центральная часть загрязнена токсикантами промышленного происхождения на уровне 300 мг/кг почвенного грунта (предельно допустимый уровень загрязнения для разных видов почв варьируется от 2 до 10 мг/кг). Помимо мышьяка в подстилающих грунтах обнаружены значительные превышения концентраций: свинца в границах 3-300 ПДК, сурьмы 9-650 ПДК, цинка 2-145 ПДК, олова, меди. Наличие свинцового, цинкового, сурьмяного загрязнения непосредственно связано с деятельностью завода «Востсибэлемент».

Ареал загрязнения мышьяком (содержание в почве выше ПДК) распространяется вдоль берега Братского водхр. на расстояние более 9 км при ширине 3-3,5 км. На спутниковой фотосъемке видно, что участок за-

грязнения находится в зоне, ограниченной с одной стороны скалистыми породами, формирующими литосферную оболочку территории, с другой непосредственно прилегающей к берегу водохранилища (рис. 1).

По данным Прибайкальской геолого-геофизической экспедиции (1991 г.) произошло значительное загрязнение подстилающих грунтов. Отвалы огарков подстилаются слоем плотных суглинков мощностью 10-20 м. Суглинки обладают низкой водопроницаемостью и долгое время препятствовали попаданию токсичных элементов, в частности, мышьяка, в водоносный горизонт, залегающий ниже суглинков и представленный рыхлыми водонасыщенными песками. По результатам исследований 2002 г. токсичные элементы распространились на глубину практически до 20 м и, вероятно, пока в небольших количествах начали поступать в водоносный горизонт.

Сравнивая данные, полученные в результате буроразведочных работ 1991 г. и 2002 г., геологи центра гидроэкологических исследований сделали вывод, что поглощающая способность водоупорного слоя суглинков исчерпана полностью, токсичные вещества достигли водоносного горизонта и началось поступление мышьяка в Братское водхр. Следовательно, проблема мышьякового загрязнения из проблемы одного муниципального образования становится проблемой целого региона, расположенного вдоль берегов Братского водхр. ниже по течению от г. Свирска.

На графике представлена динамика снижения численности населения г. Свирска с 2001 г. (рис. 2), существенное влияние на которую оказывает крайне неблагоприятная экологическая обстановка [2, 3].

Понятно, что продукты питания являются одним из основных источников поступления токсичных элементов в организм человека. Рыбы, замыкающие трофические цепи большинства пресноводных экосистем, способны по сравнению с другими гидробионтами накапливать в своих органах и тканях наибольшие концентрации таких токсичных микроэлементов, как As, Hg и Cd. Следовательно, промышленные рыбы, являясь одним из компонентов пищевого рациона, обеспечивают поступление этих элементов в организм человека. Исследуя микроэлементный состав органов рыб можно получить наиболее объективную биогеохимическую оценку экосистем.

Для проведения предварительной оценки мышьякового загрязнения экосисте-

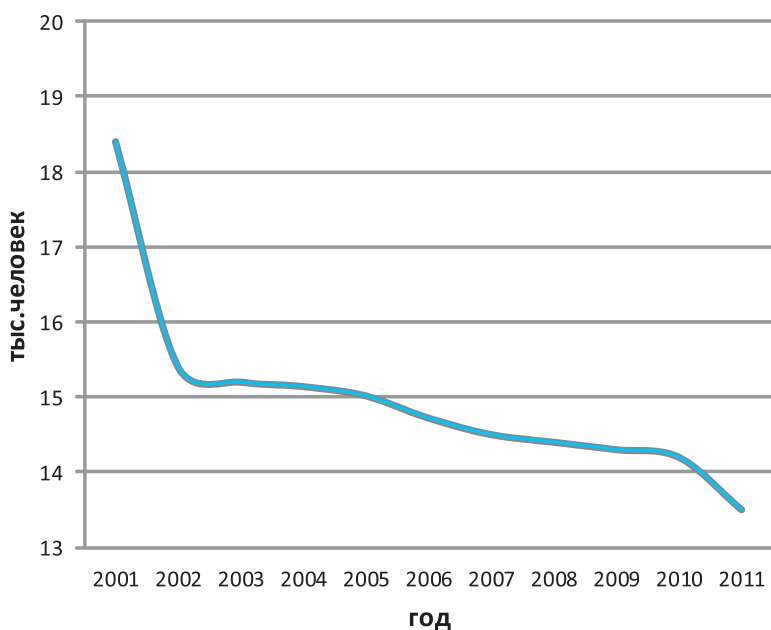


Рис. 2. Численность населения г. Свирска.

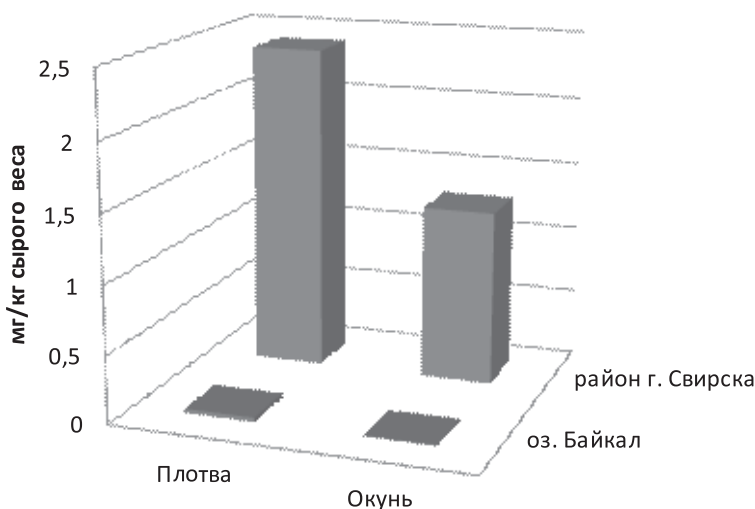


Рис. 3. Содержание мышьяка в мышечной ткани плотвы и окуня в верхней части Братского вдхр. и оз. Байкал.

мы Братского вдхр. в 2009 г. сотрудниками Института геохимии СО РАН были проанализированы пробы мышечной ткани рыб различного трофического статуса – речного окуня (*Perca fluviatilis*) и плотвы (*Rutilus rutilus*), повсеместно распространенных в водоеме и являющихся основными объектами рыболовного промысла. Отлов нескольких случайных особей производился в районе, прилегающем к г. Свирску. В результате биоиндикации было выявлено техногенное поступление мышьяка в воды Братского вдхр. в

районе города. По результатам лабораторного исследования у 78 % проанализированных рыб выявлены повышенные концентрации мышьяка. В частности, среднее содержание мышьяка (As) составило для плотвы 2,4 мкг/кг, для окуня 1,3 мкг/кг, что указывает на существующую серьезную проблему мышьякового загрязнения экосистемы водоема [2]. Для сравнения, фоновые концентрации мышьяка в мышцах окуня и плотвы из оз. Байкал составляют 0,006 и 0,03 мг/кг, соответственно [4].

На рис. 3 представлена диаграмма, позволяющая сравнить пары значений содержания мышьяка в мышечной ткани плотвы и окуня в верхней части Братского вдхр. (район г. Свирск) и оз. Байкал.

Помимо мышьяка, в воды Братского вдхр. с территории г. Свирска с недостаточно очищенными сточными водами предприятий бывшего «Востсибэлемента» поступают химические элементы, входящие в перечень токсикантов приоритетной группы, такие как цинк, свинец, кадмий и т.д.

Существующие канализационные очистные сооружения (ООО «ВСЭ-сети») проектировались в 1939 г. для пос. Свирск и строящегося завода «Востсибэлемент». Единственная реконструкция очистных сооружений прошла в 1961 г. По проекту канализационно-очистные сооружения могут принять 2680 м<sup>3</sup>/сут, фактически проходит более 4000 м<sup>3</sup>/сут. Из-за этого вместо положенных по регламенту 1,5 ч контактирования с активным хлором стоки находятся в контактном резервуаре всего 0,5 ч. Весь объем стоков является недостаточно очищенным. После ликвидации ОАО «Востсибэлемент» были закрыты промышленные очистные сооружения, где шло очищение промышленных стоков от соединений свинца. В настоящее время промышленные сточные воды без предварительной подготовки поступают на городские канализационно-очистные сооружения [5].

До 2009 г. вопрос об утилизации мышьяковистых отходов II-III класса опасности (здания и оборудование АМЗ) оставался открытым. Проведение таких работ может вести только специализированное предприятие, имеющее лицензию и опыт подобных работ, поскольку в газодогах и бункерах-осадителях содержится несколько миллионов смертельных для человека доз токсикантов промышленного происхождения.

Результатом четырехлетней работы администрации г. Свирска и Иркутской обл. стало включение работ по утилизации ток-



сикантов в федеральную целевую программу «Национальная система химической и биологической безопасности в Российской Федерации (2009-2013 гг.)».

Осенью 2009 г. Министерство промышленности и торговли Российской Федерации объявило конкурс на выполнение проекта «Ликвидация очага загрязнения мышьяком территории муниципального образования «город Свирск», Иркутская область». Победителем конкурса стал Иркутский государственный технический университет.

В 2011 г. начался процесс реализации федерального проекта «Ликвидация очага загрязнения мышьяком территории промышленной площадки Ангарского металлургического завода в районе г. Свирска Иркутской области».

В рамках первого этапа ликвидации после устройства ограждения, монтажа освещения, подключения водопровода, установки системы видеонаблюдения и приборов контроля для ведения мониторинга за состоянием атмосферного воздуха обрушили и разобрали здания бывших цехов завода. С целью консервации до момента вывоза 12 тыс. м<sup>3</sup> строительного мусора были подвергнуты обработке составом «Кольчуга» на основе битумных смол. Ядовитые отходы из кулеров, которые полвека лежали под открытым небом, были собраны в специальные контейнеры. Летом 2012 г. начался второй этап ликвидации — вывоз остатков разрушенных корпусов и зараженного грунта к месту их захоронения на участок «Северный» Черемховского угольного разреза. К 2014 г. планируется полно-

стью завершить все работы в рамках реализации проекта.

Но даже ликвидация очага загрязнения на промплощадке АМЗ не решит в полной мере вопрос загрязнения городской территории. В городе работал завод «Востсибэлемент», его восстановительные печи, рассеивали соединения свинца 50 лет. И сейчас опасное производство все еще продолжает свою работу. Загрязнение почв в 5 километровой зоне вокруг завода превышает фоновое и составляет порядка 10 ПДК. Мигрируя с потоками талых вод и в результате воздушного переноса пылевидных фракций, загрязнение распространяется на периферию и, таким образом, проблема загрязнения территории г. Свирск тяжелыми металлами является комплексной и многофакторной и должна оцениваться на основе методов моделирования [6].

## Заключение

**П**остроение сценарной модели развития экологической ситуации позволяет оценивать текущее состояние изменений природной среды, осуществлять прогноз развития ситуации и выбор превентивных мер в зависимости от комплексного состояния природной среды. Кроме того, сценарное моделирование позволит определить размеры снижения негативных последствий по каждому варианту развития событий и корректировать процесс принятия управленческих решений.

Совершенно очевидно, что просто вывоз загрязненных мышьяком строительных конструкций и части мышьяковых огарков с территории промплощадки АМЗ не решит проблемы загрязнения воздуха, почвы и подземных вод г. Свирска и Братского вдхр. тяжелыми металлами. Первоочередной необходимостью является локализация источников загрязнения с целью недопущения дальнейшего поступления токсикантов и сохранения экосистем Братского вдхр., испытывающего значительное влияние техногенной нагрузки за счет недостаточно очищенных промышленных сточных вод, а также смыва паводковыми и ливневыми стоками почв, загрязненных тяжелыми металлами. Соответственно, системы газоочистки и очистки промышленных сточных вод предприятий, перерабатывающих свинец, нуждаются в скорейшей реконструкции, более того необходима разработка и реализация проекта сбора и очистки паводковых и ливневых стоков в районе

п. Макарьево, промплощадки АМЗ и территории бывшего завода «Востсибэлемент».

## Литература

1. Официальный сайт г. Свирска. Электронный ресурс: <http://www.svirsk.net/town/index.htm>
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2010 году». Электронный ресурс: <http://ecology.irkobl.ru/sites/ecology/news/GZakaz.pdf>
3. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2003 году» / Под ред. М.Н. Щербакова. Иркутск: ОАО НПО «Облмашинформ», 2004. 295 с.

**Ключевые слова:** Братское водохранилище, триоксид мышьяка, золото-содержащие арсенопиритовые огарки, консервация

4. Grosheva E.I. Trace element bioavailability in lake Baikal / Grosheva E.I., Voronskaya G.N., Pastukhova M.V. // Aquatic Ecosystem Health and Management Society. 2000. V. 2 No 2. P. 229-234.
5. Официальный сайт администрации г. Свирска. Программа комплексного социально-экономического развития муниципального образования «город Свирск» на 2008-2017 гг. Электронный ресурс: [http://www.svirsk.ru/economics/programma\\_svirsk.doc](http://www.svirsk.ru/economics/programma_svirsk.doc)
6. Мусихина Е.А. Технология комплексной оценки экологической емкости территорий на примере Иркутской области. Издательство LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH&Co, Германия, 2011. 238 с.



O.S. Mykhailova, E.A. Musikhina

## HEAVY METAL POLLUTION OF THE BRATSK RESERVOIR NEAR THE SVIRSK TOWN

The details on water pollution of the Bratsk Reservoir with industrial contaminants are given. The author's model of development of a situation with location and neutralization of the industrial wastes is suggested.

**Key words:** Bratsk Reservoir, arsenic trioxide, gold-containing arsenopyrite slags, conservation.