

Литература

1. Оценка эколого-геохимического состояния малых рек Ушайки и Басандайки (Томская область) и анализ условий его формирования: отчет: рук. С.Л. Шварцев; исполн. О.Г. Савичев [и др.]. – Томск: ТФ ИГНГ СО РАН, 2000. – 78 с.
2. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. Гигиенические нормативы. ГН 2.1.7.2041–06 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: http://www.tehlit.ru/1lib_norma_doc/46/46714/ (дата обращения: 17.01.14).
3. Савичев О.Г., Фунг Тхай Зыонг. Зональные закономерности изменения химического состава речных донных отложений Сибири и условия его формирования // Известия Томского политехнического университета серия "Науки о Земле". – Томск, 2013. – № 1. – С. 157 – 161.
4. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. СанПиН 2.1.7.1287–03 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <http://files.stroyinf.ru/Data1/11/11782/> (дата обращения: 17.01.14).
5. УШАЙКА [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <http://gorod.tomsk.ru/index-1264770013.php> (дата обращения: 17.01.14).
6. Экологическое нормирование: методы расчета допустимых сбросов загрязняющих веществ в поверхностные водные объекты суши: учебное пособие. Часть 1 / О.Г. Савичев, К.И. Кузеванов, А.А. Хвощевская, В.В. Янковский; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – 3-е изд. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 108 с.

**ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКОГО ОПРОБОВАНИЯ ПРИ
ПОИСКАХ РОССЫПНОГО ЗОЛОТА В БАССЕЙНЕ Р.ЧУГУНА**

А.А. Винокурова

Научный руководитель профессор Е.М. Дутова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

ООО «Надежда» с 2006г. занимается поисками, разведкой и разработкой россыпного золота в бассейне р. Чугуна – притока р. Лебедь. Район исследований, площадью 21,1 км² находится в северо-восточной части Алтая, для которой характерна металлогеническая специализация на золото, медь, железо и платину.

Территория Северо-Восточного Алтая в геологометаллогеническом и геоморфологическом отношении является продолжением золотоносных венд-нижнекембрийских геоструктур Кузнецкого Алатау, которые прослеживаются до низовий р. Катунь и объединены в один Горношорский геоморфологический россыпной район [1].

При разработке методики поисков и оценки россыпей в бассейне р. Чугуна ООО «Надежда» были использованы материалы по исследованиям золотоносности россыпной Горношорского района. Для рационального использования дорогостоящих горных работ, без которых невозможно провести оценку территории в условиях таежной местности, поиски на россыпное золото были проведены в следующей последовательности: гидрогеохимическое опробование – геоморфологическое картирование – поисковые маршруты со шлиховым опробованием – комплексный анализ факторов россыпеобразования – горные работы.

Для первоначальной оценки перспективности долин 13 притоков р. Чугуна на золото был применен гидрохимический метод поисков. В работах Г.В. Нестеренко и Б.А. Воротникова доказано, что концентрация золота в водах, дренирующих золотоносные отложения закономерно меняется по простиранию россыпи – нарастая либо наоборот убывая от головной части к хвостовой [2]. Исходя из этой позиции большая часть водотоков были опробованы в устье и верхнем течении и только из двух притоков было отобрано по одной пробе в среднем течении (рис.). Масс-спектрометрическим методом с индуктивно-связанной плазмой в ООО «ХАЦ «Плазма», г. Томск на 64 элемента было проанализировано 28 проб поверхностных вод.

Для интерпретации полученных результатов химического состава поверхностных вод опробованных 11 водотоков необходимо было определить их фоновые характеристики. Многочисленными исследованиями установлено, что в целом содержания золота в поверхностных водах близки или несколько выше содержаний в подземных водах и характеризуются значительным разбросом средних содержаний в различных регионах. Среднее содержание золота в водах, промывающих золотоносный аллювий повышенное. Вихтер Б.Я в своей работе для бассейна р. Оби приводит следующие содержания золота в поверхностных водах (нг/л): реки – от 1,4 до 52 среднее – 9,5; то же без аномальных содержаний – от 1,4 до 8, среднее - 4,0; ручьи россыпных провинций выше россыпей – от 2 до 18, среднее – 7,6; для вод промывающих золотоносный аллювий по россыпям Алтая: от 2 до 8, среднее – 5,0 [2].

В исследованном районе в гидрохимических пробах золото выявлено в 6 пробах из 28, при этом содержание золота значительно выше, чем среднее по опубликованным данным для россыпных районов Алтая [3]. На первоначальном этапе гидрохимического исследования для поверхностных вод бассейна р. Чугуна автором все значимые содержания золота условно рассматриваются как аномальные.

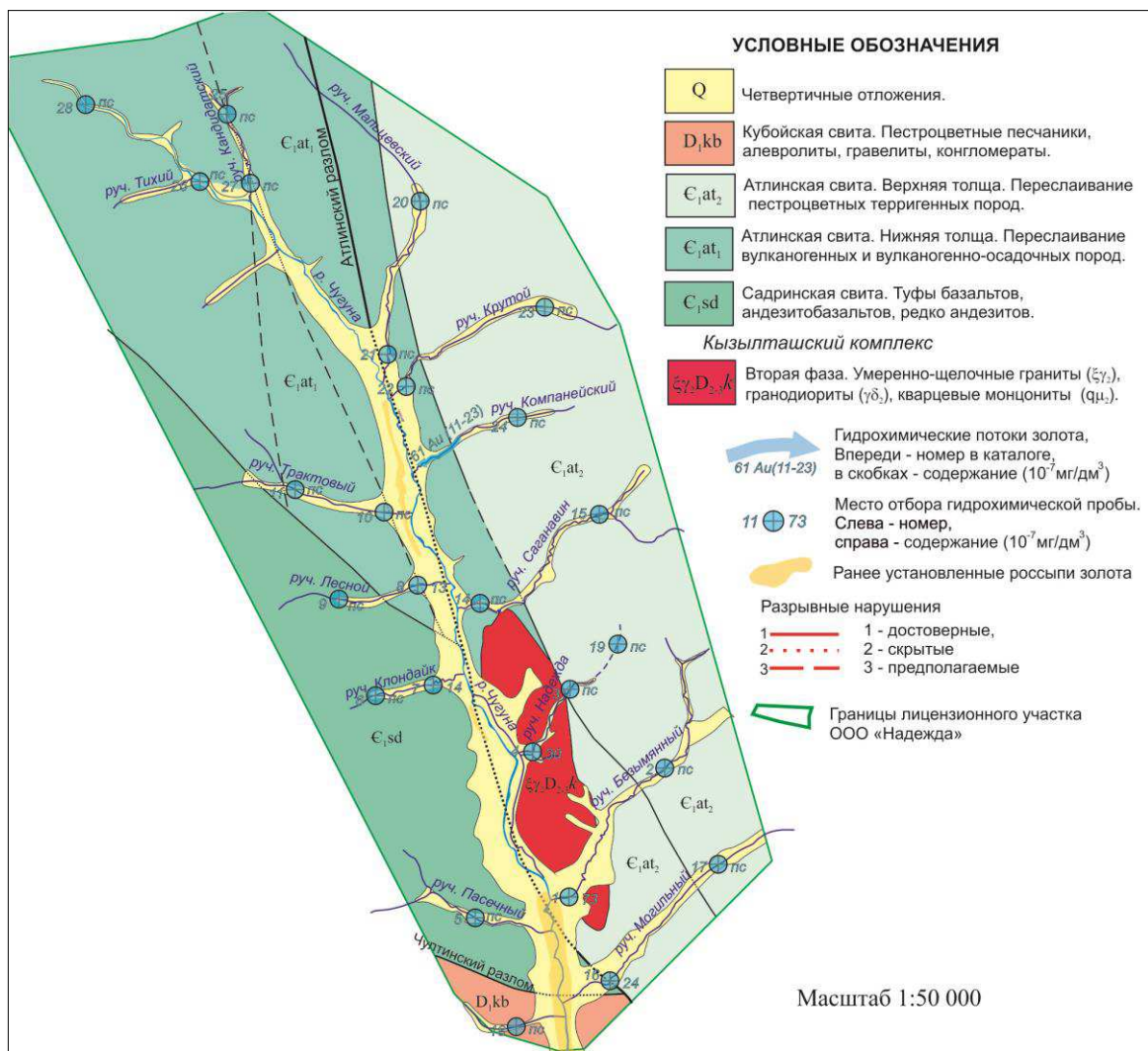


Рис. Геологическая схема участка работ

Гидрохимическое опробование руч. Могильного и руч. Клондайк с достоверно установленной предшественниками россыпной золотоносностью показало наличие в их водах гидрохимических аномалий золота с содержанием до 24×10^{-7} мг/дм³. Из 8 притоков с неocenенной золотоносностью выявлен 1 поток и 3 точечных гидрохимические аномалии золота:

руч. Компанейский – поток протяженностью 0,6 км с содержаниями $11-23 \times 10^{-7}$ мг/дм³;

руч. Безымянный – аномалия с содержанием 73×10^{-7} мг/дм³;

руч. Надежда – аномалия с содержанием 30×10^{-7} мг/дм³;

руч. Лесной – аномалия с содержанием 13×10^{-7} мг/дм³.

В водных потоках кроме золота было изучено поведение элементов-спутников, перечень которых был рекомендован для россыпных месторождений юга Западной Сибири Будилиным Ю.С. и др. в отчете «Методическое руководство по разведке и оценке аллювиальных россыпей золота Кузнецкого Алатау и Салаира» (1991). В отчете о результатах тематических работ ЦНИГРИ и Западно-Сибирского геологического управления проведен анализ геологических, геохимических материалов и карт распределения известных россыпных месторождений. Установлено, что каждой из трех геологических обстановок (вмещающие породы, зоны контактов и интрузивные породы), а внутри них каждой группе пород присущи свои элементы индикаторы, сопровождающие развитие коренных источников россыпей. Россыпные месторождения располагаются внутри контура аномалии, либо в непосредственной близости от него (не более 1 км).

Для исследуемого бассейна р. Чугуна следуя рекомендациям выше указанной методики использованы следующие элементы индикаторы россыпей. Для терригенных пород (верхняя толща атлинской свиты) – ртуть, олово, а в зонах их контактов с интрузиями – ртуть, олово, марганец. Для эффузивных пород (садринская свита) – свинец, олово; в зоне контактов метаморфизованных эффузивов с интрузиями – марганец. Для осадочно-эффузивных образования (нижняя толща атлинской свиты) – иттрий, к которому в контактовых зонах добавляются вольфрам и молибден. Для площадей интрузивных пород (кызылташский граносиенит-гранит-лейкогранитовый комплекс) – свинец, цинк, олово; для коры выветривания интрузий – вольфрам и титан (только

для щелочных интрузий). В результате гидрохимического обследования по элементам спутникам выявлены 2 перспективных на золото участка.

1. Контрастные аномалии вольфрама и молибдена по ручьям Саганавин (W 5 нг/дм³), Надежда (W 6,8 – 8,6 нг/дм³; Mo 157 – 953 нг/дм³), Безымянный (W 5,5 нг/дм³; Mo 54 – 151 нг/дм³) приурочены к контактам гранитной интрузии с терригенно-вулканогенными отложениями нижней толщи атлинской свиты.

На руч. Могильный, мелкая россыпь которого известна с 1935 г. выявленные аномалии вольфрама (5,4 нг/дм³) и молибдена (104 – 120 нг/дм³), связаны с той же интрузией. Контрастная аномалия цинка (2440 нг/дм³) указывает на более широкое распространение в долине руч. Могильный, гранитов, вскрытых отдельными шурфами на правом борту

2. Повышенное содержание ртути отмечено в верховьях основного русла р. Чугуна и ее ближайших притоков – Мальцевский (0,58 нг/дм³) и Кандидатский (0,46 нг/дм³). Аномалии ртути в поле развития осадочно-эффузивных образований нижней толщи атлинской свиты, выявленные впервые, представляют большой интерес, т.к. позволяют выделить новые перспективные участки.

После выявления гидрохимических потоков и аномалий золота для успешного продолжения поисков россыпей по отдельным водотокам необходимо было определить с чем связано повышение геохимического поля – с золоторудным объектом либо с золотоносной россыпью. Традиционно гидрогеохимические поиски применяются для поисков рудного золота. В среднем и верхнем течении р. Лебедь при наличии известных богатых большей частью отработанных россыпей (Албас, Пушта, Чулта, и др.) коренные источники их питания пока не обнаружены. Шлиховое опробование современного аллювия рек и ручьев с промышленными россыпями зачастую дает отрицательные результаты.

Интерпретация результатов гидрохимического опробования притоков р. Чугуна проведена с учетом геоморфологического строения долин. При наличии условий, благоприятных для концентрации россыпного золота, гидрохимические аномалии золота были связаны с предполагаемыми россыпями, поиски которых были продолжены с применением горных выработок. В случае крайне неблагоприятных условий для россыпеобразования гидрохимические аномалии увязали с коренными рудными телами. Изучение данных не перспективных на россыпи объектов было временно остановлено, т.к. ООО «Надежда» располагает лицензией на геологическое изучение р. Чугуна на россыпное золото, а на рудное золото необходимо оформление новой лицензии.

Закономерность размещения золотоносных россыпей обусловлена геологическими, геоморфологическими и палеогеографическими факторами. Для оценки изученной территории была принята классификация геолого-геоморфологических факторов с оценкой «благоприятности» образования россыпных месторождений по относительной балльной шкале от 0 до 128, предложенная для россыпных районов юга Западной Сибири В.В. Бутвиловским [1].

В результате детального геоморфологического картирования по 11 притокам р. Чугуна были определены параметры долин, описаны формы микрорельефа, установлены границы и взаимоотношения рыхлых отложений различного генезиса, выявлены техногенные формы рельефа. В ходе поисковых маршрутов проведено шлиховое опробование современных рыхлых отложений, геологическое картирование с опробованием перспективных на минерализацию зон тектонических и вторичных гидротермальных, метасоматических изменений. Результаты геолого-геоморфологического картирования с балльной оценкой благоприятности на накопление россыпей приведены в таблице (табл. 1). Из 4-х ручьев с аномалиями золота, на которых ранее не были известны россыпи, по условиям благоприятности 2 ручья - Лесной с оценкой баллом 347 и Безымянный – 269 отнесен к перспективным и рекомендован к изучению горными работами с целью поисков россыпи. Ручьи Надежда -174 и Компанейский – 187 баллов рекомендованы к поискам рудного золота.

Для заверки установленных гидрохимических аномалий золота в 2012 г. были пройдены поисковые линии шурфов по притокам р. Чугуна. Результаты промывки аллювиальных отложений подтвердили предварительные выводы о причинах аномалий. В благоприятных для россыпеобразования долинах ручьев Лесной и Безымянный впервые выявлены весовые содержания золота, соответствующие по районным кондициям 2002 г. непромышленным россыпям для открытой раздельной разработки. В отложениях руч. Надежда выявлены единичные мелкие знаки шлихового золота, а в руч. Компанейский россыпное золото не обнаружено, что свидетельствует о вероятной связи гидрохимических аномалий с коренным золоторудным источником.

Таким образом, гидрохимические аномалии золота и его спутников служат поисковым признаком россыпей золота только при наличии на данном участке условий благоприятных для россыпеобразования. Всего в долине р. Чугуна в границах лицензионной площади ООО «Надежда» по учетным данным с 1883 по 1950 гг. было намыто 190 кг. ООО «Надежда» добыло 146 кг, остаток разведанных запасов составляет 35 кг. Установленные ООО «Надежда» и предшественниками в верхнем р. Чугуна разрозненные пункты минерализации и единственное мелкое проявления золота не могли дать более 400 кг россыпного золота. В данном районе гидрохимическое опробование позволяет выявить погребенные россыпи золота, не дающие шлиховые потоки и источники питания которых возможно полностью эродированы.

Литература

1. Бутвиловский В.В., Аввакумов А.Е., Гутак О.Я. Россыпная золотоносность гор юга Западной Сибири: историко-геологический обзор и оценка возможностей. – Новокузнецк: Кузбасская государственная педагогическая академия, 2011. – 241 с.

2. Вихтер Б.Я. Золото в современных геологических процессах. – М.: Недра, 1993. – 106 с.
3. Нестеренко Г.В., Воротников Б.А., Николаева Н.М. и др. Новообразование минералов золота в зоне окисления сульфидных месторождений Центрального Казахстана // ЗВМО, 1985. – Ч.114, В. 5, – С. 555–568.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ БОЛОТНЫХ ВОД МЕТОДОМ БИОТЕСТИРОВАНИЯ Д.А. Воробьева, В.И. Нефёдова, О.И. Парафейникова

Научный руководитель доцент Н.В. Гусева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В связи с возрастающим антропогенным загрязнением воды на Земле возникает необходимость решения целого ряда важных проблем, в том числе и достоверной оценке качества вод, а также экспресс-анализе. В настоящее время оценку качества воды, включающую содержание физиологически вредных примесей, принято контролировать дифференцированными химическими анализами, а пригодность – сравнением с существующими нормативами. Однако количественное определение отдельных токсикантов, из-за различного характера их взаимодействия не дает возможности в полной мере дать оценку биологической опасности экосистемам, что делает систему биологического тестирования более привлекательной [2]. Предоставляя мало информации о природе токсического агента, биотестирование дает возможность с большой достоверностью определять степень общей токсичности объекта исследований. Методы биотестирования отличаются высокой чувствительностью и позволяют определять токсические вещества в концентрации до 10 – 8 %. Объектом исследований может быть любой объекты внешней среды (вода, почва), отходы промышленного производства и т.д.

Целью исследований в данной работе является определение токсичности природных болотных вод методом биотестирования для оценки их качества и биологической безопасности. Под токсичностью понимают способность веществ оказывать негативное влияние на живые организмы, вызывающее нарушения их физиологических функций, что, впоследствии, приводит к интоксикации и гибели организма [2, 3].

Объектом исследований являлись природные воды Васюганского болота на участке в 12,1 км на восток – юго-восток от с. Полынянка, Томская область. Отбор проб производился 06.12.2014. Опробование проводилось по мере смены внутриболотных экосистем. Всего отобрано шесть проб воды (табл. 1).

Таблица 1

Характеристик пунктов отбора проб воды

| № пробы | Место отбора |
|---------|---|
| 1 | Грядово-мочажинный комплекс (мочажина) |
| 2 | Грядово-мочажинный комплекс (гряда) |
| 3 | Топь верховая |
| 4 | Верховое сосново-сфагново-кустарниковое болото (с сосной 4 – 6 м) |
| 5 | Верховое сосново-сфагново-кустарниковое болото (с сосной 2 – 1 м) |
| 6 | Переходное болото |

Исследование химического состава и токсичности вод выполнялось в аккредитованной проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрогеохимии НОЦ «Вода» ИПР ТПУ. Исследование химического состава производилось методами титриметрии, фотокалориметрии, потенциометрии, ионной хроматографии и атомно эмиссионным методом. Определение токсичности производилось экспресс-методом с применением прибора «БИОТЕСТЕР» непосредственно авторами статьи. В качестве тест-объекта использовался *Paramecium caudatum* – инфузория туфелька. Метод биотестирования является достаточно простым, доступным и наиболее чувствительным. Суть метода заключается в том, что на культуру инфузорий в оптической кювете наслаивают исследуемый субстрат в жидкой фазе. Инфузории, обладая высокой подвижностью, могут свободно мигрировать из одной фазы в другую, но присутствие в верхней фазе токсических веществ сдерживает этот процесс (отрицательный хемотаксис). Через некоторое время устанавливается равновесие по концентрации инфузорий между верхней и нижней фазой, причем концентрация их в верхней фазе зависит от концентрации в ней токсического вещества. Через тридцать минут концентрацию инфузорий в верхней фазе измеряют прибором БИОТЕСТЕР и сравнивают с концентрацией в контроле (водопроводная вода). Результат выражается в виде безразмерной величины – индекса токсичности по разнице концентраций инфузорий в верхних фазах опыта и контроля [5].

Индекс токсичности определяется по формуле (1).

$$T = (I_{\text{кр.к.}} - I_{\text{кр.а.}}) / I_{\text{кр.к.}}, \quad (1)$$

где $I_{\text{кр.к.}}$, $I_{\text{кр.а.}}$ – средние показания прибора для контрольных и анализируемых проб соответственно.

По величине индекса анализируемые пробы классифицируются по степени их токсичности на 3 группы [5]: I) допустимая степень токсичности ($0,00 < T < 0,40$); II) умеренная степень токсичности ($0,41 < T < 0,70$); III) высокая степень токсичности ($T > 0,71$).

Рассматриваемые болотные воды кислые с рН 3,66 – 3,8. Воды – ультрапресные, минерализация вод изменяется от 30 до 45 мг/л. В химическом составе среди анионов преобладает сульфат-ион. Необходимо отметить, что при столь низкой величине рН преобладающей неорганической формой углерода является