

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. Новообразования 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. Польшанка, 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).

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

где $I_{ср.к.}$, $I_{ср.а.}$ – 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

угольная кислота, продуктом диссоциации которой CO_2 . Концентрация последней в рассматриваемых водах составляет от 54 до 62 мг/л. В микрокомпонентном составе отмечаются высокие концентрации алюминия (до 1 мг/л), цинка (до 0,1 мг/л), для накопления которых в водах кислая среда является весьма благоприятной [4].

Исследование токсичности вод методом биотестирования было проведено в несколько этапов: сразу после отбора проб, через два месяца после отбора пробы и после фильтрации. Необходимо отметить, что при определении токсичности сразу после отбора проб потребовалось их разбавление более чем в 3 раза, что уже свидетельствовало о наличии токсичности вод. Результаты исследования токсичности рассматриваемых вод сразу после отбора представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты биотестирования вод природных поверхностных

№ пробы	Индекс токсичности (Т)*, у.е.	Степень токсичности	Группа токсичности	Результат токсикологического анализа
1	1,2	Высокая	III	Наличие
2	1,44	Высокая	III	Наличие
3	1,1	Высокая	III	Наличие
4	1,1	Высокая	III	Наличие
5	1,36	Высокая	III	Наличие
6	0,7	Умеренная	II	Наличие

Согласно данным анализа, приведенным в табл. 2 все рассматриваемые воды характеризуются высокой степенью токсичности. Это позволяет нам сделать вывод о присутствии в исследуемых объектах токсичных для водной биоты химических элементов. Основным токсикантом, на наш взгляд является алюминий, концентрации которого в водах как было показано выше весьма высоки. Исключением является вода, отобранная из переходного болота (проба №6), здесь степень токсичности – умеренная. Стоит отметить, что в этой пробе минимальное среди рассматриваемых вод содержание алюминия – 0,4 мг/л.

Следующим этапом исследований явилось измерение токсичности проб после длительного хранения. Спустя два месяца после отбора пробы воды было проведено повторное определение токсичности вод, результаты которого представлены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты биотестирования болотных вод после хранения и после фильтрации

№ пробы	Индекс токсичности (Т)*, у.е.	Степень токсичности	Группа токсичности	Результат токсикологического анализа
после хранения				
1	0,28	Допустимая	I	Наличие
2	0,88	Высокая	III	Наличие
3	0,68	Умеренная	II	Наличие
4	0,48	Умеренная	II	Наличие
5	0,44	Умеренная	II	Наличие
6	0,28	Допустимая	I	Наличие

Спустя 2 месяца после отбора токсичность вод уменьшилась. Степень токсичности стала умеренной и даже допустимой. Однако в пробе №2, отобранной в болоте грядово-мочажинного комплекса степень токсичности так и осталась высокой. В этих водах было обнаружено максимальное содержание алюминия 1 мг/л. Вероятно, именно этим определяется высокая токсичность этих вод. Хотя степень токсичности этих вод осталась высокой, отмечается все же уменьшение индекса токсичности с 1,44 до 0,88.

Известно [1], что кроме концентрации элементов-токсикантов и их комбинаторности большое влияние на степень токсичности вод могут оказывать формы миграции химических элементов. В растворе элементы могут находиться во взвешенной, коллоидной и истинно растворенных формах, последние могут быть виде ионов и комплексных соединений. Вероятно, в процессе хранения проб воды происходит переход токсических элементов из одной физико-химической формы в другую менее токсичную.

Таким образом, исследование токсичности болотных вод методом биотестирования показало, что рассматриваемые воды Васюганского болота на участке в 12,1 км на восток – юго-восток от с. Польшнянка, опробованные 06.12.2013 г. в целом характеризуются высокой степенью токсичности. Согласно исследованию химического состава вод возможными причинами высокой токсичности вод могут быть высокие концентрации алюминия и цинка в водах. Однако на основании имеющейся информации пока не представляется возможным однозначно установить перечень веществ, определяющих токсичность данных вод.

Выполнено при финансовой поддержке Госзадания "Наука" ТПУ.

Литература

1. Водная экотоксикология. / Под ред. Моисеенко Т.И. – М.: Наука, 2009. – 400 с.

2. Вишневецкий В.Ю., Булавкова Н.Г., Ледеяева В.С. Принципы построения биотестовой системы//Известия Южного федерального университета. Технические науки. Тематический выпуск. – Таганрог, 2011. – С. 12 – 17.
3. Крайнюкова А.Н. Биотестирование в системе оценки и контроля источников токсического загрязнения водной среды: Автореферат. Доктор биологических наук. – Харьков, 1991.
4. Лыготин В.А., Савичев О.Г. Эколого-геохимическое состояние ненарушенных болотных систем территории Томской области // Известия Томского политехнического университета. – Томск, 2008. – №1. – С. 92 – 97.
5. ФР. 1. 31. 2005. 01881 Методика определения токсичности проб вод (природных, хозяйственно – питьевых, промышленных сточных) экспресс-методом с применением прибора «Биотестер».

СОЗДАНИЕ КАРТЫ-СХЕМЫ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕКИ УШАЙКИ (В ПРЕДЕЛАХ Г. ТОМСКА)

А.С. Гейвус

Научные руководители доцент Е.Ю. Пасечник, старший преподаватель А.Н. Никитенков
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Аннотация. Статья посвящена созданию геоинформационной системы, направленной на изучение и мониторинг геоэкологического состояния и водохозяйственной деятельности в прибрежной зоне реки Ушайки в пределах г. Томска. В ходе выполнения работы была создана геоинформационная система, содержащая шесть слоев и позволяющая в наглядной картографической форме проанализировать пространственное положение предприятий, которые находятся в водоохранной зоне реки Ушайки и создавать карты, наглядно демонстрирующие превышения ПДК за счет представления анализов в виде диаграмм количественных химических показателей по отдельным компонентам, а также анализировать и определять источники загрязнения природных вод на местах отбора проб воды из реки.

Введение

Проблема загрязнения вод поверхностных водных объектов в пределах населенных пунктов во всем мире стоит достаточно остро, т.к. загрязнение негативно влияет на рекреационный потенциал территории и на общее состояние природных вод. Река Ушайка, протекающая в пределах территории г. Томска также находится под сильным антропогенным влиянием, негативно сказывающемся на ее экологическом состоянии. Одним из наиболее эффективных подходов к анализу подобного рода ситуаций является использование ГИС, которые позволяют оперативно анализировать и наглядно демонстрировать результаты. В связи с этим целью работы являлось создание геоинформационной системы на основе готовой растровой карты, а также изучение территории реки Ушайки. Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд задач, среди которых: нанесение на карту участков благоустроенных береговых зон, указание мест отбора проб и затем построение диаграмм по химическим компонентам, нанесение на карту предприятий, которые сбрасывают сточные воды в реку. Подготовительными этапами являлась оцифровка пространственных данных, а также создание атрибутивных таблиц новых слоев. В ходе выполнения работы был проведен анализ пространственного положения предприятий, которые находятся в водоохранной зоне реки Ушайки и создание диаграмм количественных химических показателей на местах отбора проб воды из реки для того чтобы наглядно показать превышение отдельных компонентов и определить причины загрязнения воды.

Методика исследований

Геоинформационная система создавалась с помощью программного продукта компании ESRI – ArcGIS. ArcGIS позволил визуализировать (представить в виде цифровой карты) большие объемы статистической информации, имеющей географическую привязку. ГИС включает в себя возможности систем управления базами данных, редакторов растровой и векторной графики и применяется в различных областях, как в России, так и за рубежом [6]. Наибольшее распространение в России имеют программные продукты ArcGIS и ArcView компании ESRI, семейство продуктов GeoMedia корпорации Intergraph и MapInfo Professional компании Pitney Bowes MapInfo [7, 8].

Фактическим материалом для создания геоинформационной системы являлись материалы по территории города Томска, представленные в приложении «2ГИС» [5]. В ходе работы по созданию геоинформационной системы были поэтапно оцифрованы классы пространственных данных (полилинии, полигоны, точки и др.). Тем самым на карту были нанесены слои рек Томь и Ушайка, места отбора проб воды, объекты на территории города Томска, включая основные улицы, предприятия (осуществляющие сброс сточных вод в реку Ушайку), а также благоустроенные участки, которые вошли в программу комплексного водоохранного обустройства реки Ушайки и ее прибрежных защитных территорий в черте Томска на 2008 – 2009 годы.

Отдельным этапом работы являлось создание базы данных по каждому пространственному объекту. Так, при оцифровке каждого слоя в атрибутивную таблицу вносились изменения: добавлялись поля, в которых потом указывалось имя объектов, также было выполнено присоединение таблицы Excel к атрибутивной таблице слоя «Места отбора проб» с целью построения диаграмм по химическим компонентам. Таблица Excel содержит номер пробы, химический показатель, место отбора проб, ПДК компонентов, а также концентрацию вредного