



УДК 556.535.8(470.57)

## ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И БИОТЕСТИРОВАНИЕ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ МАЛЫХ РЕК РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН, НАХОДЯЩИХСЯ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

### PHYSICO-CHEMICAL ANALYSIS AND BIOTESTING OF BOTTOM SEDIMENTS OF SMALL RIVERS OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN, LOCATED IN THE ZONE OF INFLUENCE OF OIL PRODUCING ENTERPRISES

**Зиннатуллина Диана Рафисовна**

магистрант кафедры «Прикладная экология»,  
Уфимский государственный нефтяной  
технический университет  
dianka\_zinnatullina@mail.ru

**Леонтьева Светлана Валерьевна**

кандидат технических наук, доцент,  
доцент кафедры «Прикладная экология»,  
Уфимский государственный нефтяной  
технический университет  
9174414264@mail.ru

**Гайнутдинова Зиля Зинаровна**

магистрант кафедры «Прикладная экология»,  
Уфимский государственный нефтяной  
технический университет  
9876108068@mail.ru

**Аннотация.** Данная статья посвящена исследованию донных отложений малых рек, протекающих вблизи с нефтяными месторождениями на основе физико-химического анализа и биотестирования водной вытяжки с помощью тест-объекта *Paramecium caudatum*.

**Ключевые слова:** малые реки, донные отложения, поллютанты, макрокомпонентный состав, микрокомпонентный состав, биотестирование, нефтяные месторождения.

**Zinnatullina Diana Rafisovna**

Master's Student of  
Applied ecology Department,  
Ufa state petroleum technological University  
dianka\_zinnatullina@mail.ru

**Leontyeva Svetlana Valerevna**

Ph. D., Associate Professor of  
the Department «Applied ecology»,  
Ufa state petroleum technological University  
9174414264@mail.ru

**Gainutdinova Zilya Zinarovna**

Master's Student of  
Applied ecology Department,  
Ufa state petroleum technological University  
9876108068@mail.ru

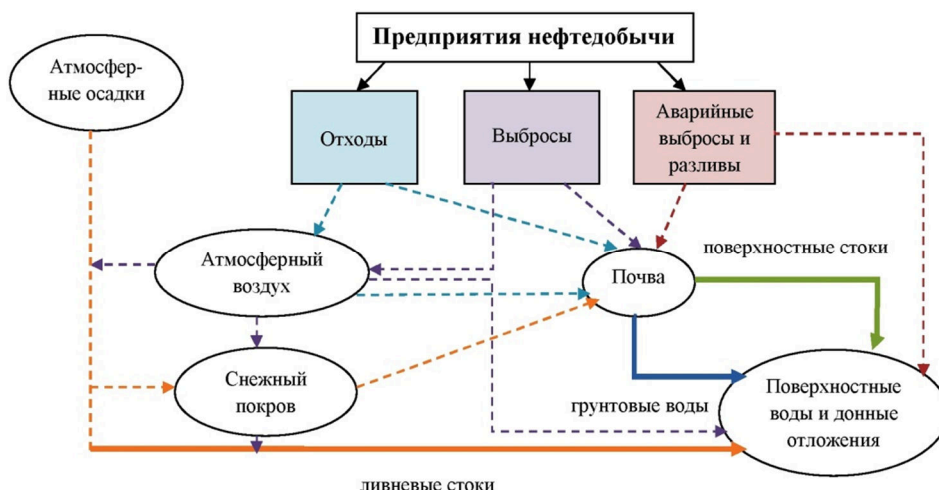
**Annotation.** This article is devoted to the study of bottom sediments of small rivers flowing close to oil fields on the basis of physico-chemical analysis and biotesting of water extract using the test organisms *Paramecium caudatum*.

**Keywords:** small rivers, benthic deposits, pollutants, macrocomponent composition, microcomponent composition, biotesting, oil fields.

Республика Башкортостан характеризуется высоко развитой речной сетью, образованной совокупностью крупных и малых водотоков. Крупные реки, например, такие как р. Уфа, р. Агидель и др., выступают в качестве источника питьевого водозабора, используются в рекреационных целях, а также являются средой обитания гидробионтов. На формирование состава вод крупных рек существенное влияние оказывают малые водотоки, являясь их потенциальными загрязнителями [1].

Водотоки, расположенные вблизи с нефтяными месторождениями могут быть загрязнены нефтью, нефтепродуктами, нефтешламами, химическими реагентами для бурения, смазочными маслами, солёной водой и т.д. Попадание перечисленных поллютантов в малые реки осуществляется, как правило, через грунтовые воды при подъеме соленой пластовой воды старых скважин до их уровня. Также поступление поллютантов может происходить с ливневыми и поверхностными стоками [2]. Схема возможных путей загрязнения малых рек предприятиями нефтедобычи представлена на рисунке 1.

Поскольку речная вода является динамической средой, процессы самоочищения в ней происходят значительно быстрее, чем в донных отложениях. Донные отложения способны депонировать поллютанты на протяжении десятков лет, поэтому с течением времени они превращаются в объекты накопленного экологического ущерба. Присутствие в них поллютантов негативно сказывается на бентофауне, приводя к снижению ее продуктивности и нарушению жизнедеятельности. Токсичные донные отложения представляют большую опасность для окружающей среды, поскольку при изменении условий, например, таких как ветровое взмучивание донных осадков, изменение pH среды, окислительно-восстановительные реакции и др. поллютанты могут переходить в водную толщу, вызывая при этом ее вторичное загрязнение [3].



**Рисунок 1** – Схема возможных путей загрязнения малых рек предприятиями нефтедобычи

В связи с вышесказанным, мониторинг донных отложений малых рек является актуальной задачей. Для их комплексного исследования необходимо проведение физико-химического анализа в совокупности с биотестированием. Физико-химический анализ дает информацию о компонентном составе донных отложений, а биотестирование позволяет оценить их токсическое действие на живые организмы и обнаружить даже ультрамалые количества загрязнителей.

Для оценки экологического состояния донных отложений малых рек Республики Башкортостан и ее сопредельных территорий были отобраны пробы из следующих водотоков: р. Воскресенка (в двух створах), руч. Точек, руч. Белый ключ и руч. без названия. Отбор проб осуществлялся в осенний период 2017 года согласно [4]. Исследования макрокомпонентного и микрокомпонентного составов донных отложений проводились в аккредитованной лаборатории. В таблицу 1 вынесены результаты макрокомпонентного состава только по нефтепродуктам и сульфат-ионам.

**Таблица 1** – Макрокомпонентный состав водных вытяжек донных отложений

Место отбора пробы	Сульфаты, ммоль/100 г почвы	Нефтепродукты, мг/кг почвы
Ручей Белый ключ	0,2	126
Ручей без названия	1,2	56
Река Воскресенка (т. 1)	0,1	< 50
Река Воскресенка (т. 2)	0,1	55
Ручей Точек	0,3	54

Измерения массовых концентраций нефтепродуктов и сульфат-ионов в водных вытяжках из донных отложений проводились флуориметрическим и турбидиметрическим методами соответственно.

Измерения массовых концентраций тяжелых металлов осуществлялись согласно ПНД Ф 16.1:2.2:2.3.63-09 методом атомно-абсорбционной спектроскопии. В таблице 2 отражены результаты микрокомпонентного состава водных вытяжек донных отложений.

**Таблица 2** – Микрокомпонентный состав водных вытяжек донных отложений в мг/кг

Место отбора пробы	Свинец валовое содержание	Медь валовое содержание	Цинк валовое содержание	Никель валовое содержание	Кадмий валовое содержание
Ручей Белый ключ	4,50 ± 0,95	20,6 ± 4,3	27,1 ± 5,7	38,5 ± 8,09	Менее 0,25
Ручей без названия	2,98 ± 0,63	38,8 ± 8,15	135 ± 28	34,1 ± 7,2	0,28 ± 0,06
Река Воскресенка (т. 1)	3,89 ± 0,82	49,5 ± 10,4	100 ± 21	35,3 ± 7,4	0,3 ± 0,06
Река Воскресенка (т. 2)	2,81 ± 0,59	40,1 ± 8,4	107 ± 23	33,1 ± 7,0	0,55 ± 0,1
Ручей Точек	4,81 ± 1,01	20,8 ± 4,4	Менее 25	13,4 ± 2,8	Менее 0,25

Для определения интегральной токсичности, обусловленной совокупностью всех токсических водорастворимых химических веществ и их метаболитов, присутствующих в пробе, было проведено биотестирование водной вытяжки донных отложений. В качестве тест-объекта была использована взвесь клеток простейших *Paramecium caudatum*, способных реагировать на присутствие в пробах загрязнителей, представляющих опасность для их жизнедеятельности, и направленно перемещаться



по градиенту концентраций этих веществ. Определение концентраций инфузорий в верхних зонах кювет в контрольных и анализируемых пробах осуществлялось с помощью прибора «Биотестер-2». Индекс токсичности пробы был определен путем расчета соотношения числа клеток *Paramecium caudatum* в контрольных (среда Лозина-Лозинского) и анализируемых пробах [5]. Результаты биотестирования отражены в таблице 3.

**Таблица 3** – Результаты биотестирования водной вытяжки донных отложений

Место отбора пробы	Показания прибора, <i>l</i> , у.е.	Среднее значение, <i>I<sub>ср</sub></i> , у.е.	Индекс токсичности, <i>T</i> , у.е.	Степень токсичности
Контроль (Среда Л-Л)	39, 48, 44, 70, 86, 54, 74, 40, 68, 35	55,8		
Ручей Белый ключ	22, 19, 19, 20, 12, 13, 14, 13, 14, 15	16,1	0,71	высокая
Ручей без названия	16, 13, 16, 15, 17, 15, 13, 13, 19, 19	15,6	0,72	высокая
Река Воскресенка (т. 1)	39, 43, 44, 52, 48, 44, 48, 39, 42, 43	44,2	0,21	допустимая
Река Воскресенка (т. 2)	41, 57, 36, 45, 29, 42, 22, 43, 25, 30	37,0	0,34	допустимая
Ручей Точек	24, 26, 35, 34, 43, 46, 22, 29, 34, 32	32,5	0,42	умеренная

Примечание – допустимая степень токсичности ( $0,00 < T \leq 0,40$ ); умеренная степень токсичности ( $0,40 < T \leq 0,70$ ); высокая степень токсичности ( $T > 0,70$ )

Как видно из таблицы, наибольшей токсичностью обладают донные отложения руч. Белый ключ и руч. без названия. Сопоставляя результаты физико-химического анализа и биотестирования, можно отследить закономерность токсичности проб. В донных отложениях руч. Белый ключ наблюдается высокое содержание нефтепродуктов, а в руч. без названия – сульфат-ионов. Присутствие этих поллютантов в донных отложениях свидетельствует о том, что вышеназванные ручьи находятся в зоне воздействия Охлебининского месторождения ПАО АНК Башнефть. Допустимой токсичностью характеризуются донные отложения, отобранные в двух створах р. Воскресенка. При этом пробы, отобранные в точке 2, обладают более высоким индексом токсичности, чем пробы точки 1. Это обусловлено большим валовым содержанием в них кадмия. Донные отложения руч. Точек обладают умеренной токсичностью ввиду присутствия в них значительного количества сульфат-ионов.

#### Литература:

1. Сафаров А.М. Оценка и технология снижения негативного воздействия крупных нефтехимических комплексов на окружающую среду (на примере Республики Башкортостан) : дис. ... д-ра техн. наук. – Уфа, 2014. – 457 с.
2. Доньи Д.А. Воздействие нефтедобычи на окружающую среду // Молодой ученый. – 2014. – № 19. – С. 298–299. – URL : <https://moluch.ru/archive/78/13603/> (дата обращения: 02.02.2018).
3. Игнатова Н.А. Оценка токсичности вод и донных отложений антропогенно загрязненных экосистем методом биотестирования (на примере бассейна Нижнего Дона) : автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Ростов-на-Дону, 2009. – 25 с.
4. ГОСТ 17.1.5.01–80 Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность (с Изменением № 1) [Электронный ресурс]. – URL : <http://docs.cntd.ru/document/1200012787> (дата обращения: 29.01.2018).
5. Ступин А.П. Методика определения токсичности воды с применением прибора «БИОТЕСТЕР» : учебно-методическое пособие / А.П. Ступин [и др.]. – Уфа : Изд-во УГНТУ, 2013. – 22 с.

#### References:

1. Safarov A.M. Assessment and technology of reducing the negative impact of large petrochemical complexes on the environment (on the example of the Republic of Bashkortostan) : dissertation for the degree of doctor of technical Sciences. – Ufa, 2014. – 457 p.
2. Doni D.A. The impact of oil production on the environment // Young scientist. – 2014. – № 19. – P. 298–299. – URL : <https://moluch.ru/archive/78/13603/> (date of access: 02.02.2018).
3. Ignatova N.A. Assessment of toxicity of water and sediments of anthropogenic polluted ecosystems by biotesting method (by the example of the Lower don basin) : thesis for the degree of candidate of biological Sciences. – Rostov-on-Don, 2009. – 25 p.
4. GOST 17.1.5.01–80 The nature conservancy (JMPPR). Hydrosphere. General requirements for sampling of bottom sediments of water bodies for pollution analysis (as Amended by № 1) [Electronic resource]. – URL : <http://docs.cntd.ru/document/1200012787> (date of access: 29.01.2018).
5. Stupin A.P. Method of determination of water toxicity with the use of the device «BIOTESTER» : textbook / A.P. Stupin [etc.]. – Ufa : Publishing house of USPTU, 2013. – 22 p.