

Химико-технологический институт  
Кафедра теоретической и прикладной химии  
Направление подготовки «Техносферная безопасность»  
Профиль подготовки «Радиационная и электромагнитная безопасность»

*Выпускная квалификационная работа*

**Радиационно-экологический мониторинг  
водоемов находящихся в зоне влияния  
ОАО «Яковлевский рудник»**

Выполнила: **Шатило М.А.**  
Руководитель выпускной  
квалификационной работы:  
**к.т.н., доц. Черкашина Н.И.**

## Цель и задачи работы

*Целью работы является проведение радиационно-экологического мониторинга на территории Яковлевского промышленного района, в том числе оценка загрязнения тяжелыми металлами донного ила и мониторинг содержания радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  и  $^{232}\text{Th}$  в водоёме.*

Для достижения цели в работе решались следующие **ЗАДАЧИ:**

1. Экспериментальное исследование тяжелых металлов в донном иле на территории Яковлевского промышленного района.
2. Сравнение содержания тяжелых металлов с предельно допустимыми значениями по действующим нормативам, установленным для населенных мест.
3. Экспериментальное исследование содержания радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  в водоемах на территории Яковлевского промышленного района.
4. Расчет эффективной удельной активности и сравнение радионуклидов с предельно допустимыми значениями по действующим нормативам, установленным для населенных мест.

# Отбор проб



*Карта Яковлевского промышленного района*



*Продолжение карты  
Яковлевского промышленного  
района*

## Оборудование для исследования

✓ *Гамма-спектрометр «Прогресс-гамма» с программным обеспечением «Прогресс»* предназначен для измерения активности гамма-излучающих радионуклидов в пробах воды.

Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений активности пробы  $\pm 10 \%$ .

✓ *Спектроскан МАКС-GV* использовался для установления содержания тяжелых элементов в донном иле.

Аналитические характеристики:

Диапазон определяемых элементов: от Na до U.

Пределы обнаружения:

Na: 0,5%

Mg: 0,02%

от Al до P: 0,005%

от S до U: 0,0002%

## Анализ проб воды на содержание радионуклидов $^{137}\text{Cs}$ , $^{40}\text{K}$ , $^{226}\text{Ra}$ , $^{232}\text{Th}$ Яковлевского промышленного района

Радионуклид	Содержание радионуклида в воде, Бк/л			УВ, Бк/л
	Пруд отстойника шахтных вод	Крапивный пруд	Быковский пруд	
$^{137}\text{Cs}$	0...0,5	0...0,5	0...0,5	11
$^{226}\text{Ra}$	0,5±0,5	0...0,5	0...0,5	0,6
$^{232}\text{Th}$	0,6±0,5	0,6±0,5	0,5±0,5	0,7
$^{40}\text{K}$	2,3±1,1	1,9±0,9	2,0±0,5	
$A_{\text{эфф}}$	1,4±0,6	0,8±0,6	0,8±0,5	

## Анализ проб воды на содержание радионуклидов $^{137}\text{Cs}$ , $^{40}\text{K}$ , $^{226}\text{Ra}$ , $^{232}\text{Th}$ Яковлевского промышленного района

Согласно из СанПиН 2.6.1.2800-10 «Гигиенические требования по ограничению облучения населения за счет источников ионизирующего излучения» оценка воды проводится в 2 этапа:

1. Предварительная оценка качества воды по показателям радиационной безопасности может быть дана по удельной суммарной альфа- и бета-активности.

2. Удельная активность радионуклидов в воде должна выполнять условие:

$$\sum_i^N A_i / УВ_i \leq 1$$

где  $A_i$  – удельная активность  $i$ -го радионуклида в воде, Бк/кг;

$УВ_i$  – уровни вмешательства, в приложении 2а к НРБ-99/2009, Бк/кг;

$N$  – общее число определяемых радионуклидов в воде,

то мероприятия по снижению радиоактивности воды не являются обязательными.

# Анализ проб донного ила на содержание радионуклидов $^{137}\text{Cs}$ , $^{40}\text{K}$ , $^{226}\text{Ra}$ , $^{232}\text{Th}$ Яковлевского промышленного района

Радионуклид	Содержание радионуклидов в донном иле, Бк/кг									
	Пруд отстойника шахтных вод					Крапивный пруд			Быковский пруд	
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10
$^{137}\text{Cs}$	3,1±	3,4±	3,1±	3,5±	3,6±	3,0±	3,1±	3,1±	2,9±	3,0±
	1,2	1,6	1,2	1,6	1,6	1,0	1,2	1,2	1,0	1,0
$^{226}\text{Ra}$	19,4±	16,4±	19,7±	17,4±	18,2±	15,3±	16,4±	15,4±	14,4±	12,6±
	5,5	5,2	4,3	6,0	4,9	4,5	5,7	4,8	4,7	3,2
$^{232}\text{Th}$	20,4±	22,4±	20,9±	21,7±	21,3±	15,9±	15,1±	14,8±	13,1±	11,9±
	5,5	5,0	6,3	4,8	5,4	4,8	4,2	5,3	4,9	3,3
$^{40}\text{K}$	272,9±	283,4 ±	285,2 ±	279,3 ±	276,1±	201,1 ±	199,5 ±	202,8 ±	197,8 ±	189,1 ±
	69,6	59,4	62,9	17,2	18,4	59,1	54,3	56,9	58,9	48,5
$A_{\alpha\text{ФФ}}$	70,4±	71,0±	72,5±	70,7±	70,4±	54,0±	53,9±	52,8±	49,2±	45,0±
	20,2	20,2	20,5	18,4	19,1	16,1	17,1	16,1	15,1	13,3

## **Анализ проб донного ила на содержание радионуклидов $^{137}\text{Cs}$ , $^{40}\text{K}$ , $^{226}\text{Ra}$ , $^{232}\text{Th}$ Яковлевского промышленного района**

При анализе полученных результатов использовался ГОСТ Р53381-2009 "Почвы и грунты. Грунты питательные. Технические условия", где эффективная удельная активность радионуклидов должна достигать показателя не более 300 Бк/кг.

Максимальная эффективная удельная активность проб донного ила составила  $72,5 \pm 20,5$  Бк/кг, что соответствует показателю из ГОСТ Р53381-2009.



# Анализ содержания тяжелых металлов в донных илах Яковлевского промышленного района

Металл	Содержание тяжелых металлов в донных илах, мг/кг										Величина ПДК (мг/кг)
	Номер пробы										
	Пруд отстойника шахтных вод					Крапивный пруд			Быковский пруд		
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	
<b>V</b>	0,7	0,5	1,2	1,0	1,1	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	150
<b>Cd</b>	0,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	1,0	1
<b>Co</b>	1,0	1,0	4,0	5,0	4,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8	5
<b>Ni</b>	1,8	3,0	4,0	4,0	4,0	2,4	2,3	2,4	2,2	2,1	4
<b>Pb</b>	7,0	19,0	17,0	8,0	8,0	11	9,0	8,0	8,0	8,0	32
<b>Sb</b>	4,0	2,0	3,0	2,0	2,0	2,0	3,0	1,0	3,0	2,0	4,5
<b>Fe</b>	65,0	80,0	67,0	71,0	64,0	35,0	34,0	33,2	30,0	27,0	Не нормируется
<b>Cr</b>	0,5	2,9	3,5	4,2	4,2	0,3	2,2	3,2	4,2	4,2	6
<b>Mn</b>	30,0	24,0	31,0	21,0	25,0	24,0	21,0	19,0	15,0	13,0	1500
<b>Cu</b>	1,0	3,0	2,0	3,0	1,0	2,0	2,0	1,0	2,0	1,0	3
<b>Zn</b>	20,0	21,0	23,0	23,0	22,0	14,0	14,0	14,0	13,0	13,0	23

## **Предельно-допустимые концентрации химических веществ в донных отложениях**

Поскольку утвержденные экологические нормативы содержания тяжелых элементов в донных отложениях отсутствуют, при анализе полученных результатов использовались ПДК для почв — гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2041-06 "Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве", утвержденные Главным государственным санитарным врачом РФ 1 апреля 2006 г..

Содержание тяжелых металлов в донном иле не превышает предельно-допустимые концентрации химических веществ в почве, согласно ГН 2.1.7.2041-06.

## Основные выводы по работе

- 1) Пробы воды на содержание радионуклидов соответствуют СанПиН 2.6.1.2800-10, мероприятия по снижению радиоактивности воды не являются обязательными.
- 1) Пробы воды могут применяться в качестве воды для культурно-бытового водопользования населения.
- 1) Исходя из ГН 2.1.7.2041-06, пробы донного ила взятые в Яковлевском промышленном районе на содержание тяжелых металлов в донном иле не превышают предельно-допустимые концентрации химических веществ.
- 1) Пробы донного ила на содержание радионуклидов соответствуют ГОСТ Р53381-2009.

# Апробация работы

1. М.А. Шатило, Н.И. Черкашина Оценка содержания тяжелых металлов в донном иле, находящихся в зоне влияния ОФО «Яковлевский рудник» // Вестник Аграрной науки Дона, 2017, №4 (Статья ВАК).
2. Диплом за 1 место в VII Международном молодежном форуме «Образование, наука, производство», по направлению: «Охрана окружающей среды. Безопасность жизнедеятельности: проблемы, научный поиск, решения», Белгород 2016 г.
3. Сделаны доклады в следующих конференциях: в Международной научно-технической конференции молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова 2016 г.; в Всероссийской научно-практической конференции «Аграрный потенциал в системе продовольственного обеспечения: теория и практика» ФГБОУ ВО Ульяновская ГСХА 2016, в Областном фестивале науки, Белгород 2016, в Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы развития науки и современного образования», Белгород 2017, в Международной научно-технической конференции молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова 2017

Г.

