

УДК 504.064.2

## **РАДИАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ ОТВАЛОВ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ И УГЛЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ БЕЛОВСКОГО РАЙ- ОНА**

Равко Арина Владимировна, член городской МАН при МБУДО ДТДиМ г.Белово, уч-ся 8 класса, МБОУ СОШ № 8 г. Белово

Научный руководитель: Равко Владимир Николаевич, ОАО «ОСК Инфотранс»

Муниципальное бюджетное учреждение дополнительного образования  
«Дворец творчества детей и молодежи имени Добробабиной А.П. города Белово»

г. Белово

### **Введение**

Отвалы вскрышных пород угольной отрасли Кузбасса, давно привычное зрелище для жителей. В Белово и Беловском районе терриконы отвалов вскрышных пород видны отовсюду. Среди жителей существует устоявшееся мнение о повышенной радиоактивности данных отвалов. А усилившиеся в последние годы ветра, несущие пыль с этих отвалов, усилили беспокойство. Я заинтересовалась данной темой и решила самостоятельно провести исследование.

Цель: Радиационный контроль отвалов вскрышных пород угледобывающих и комплексных отвалов углеперерабатывающих предприятий Беловского района. Объектом исследования являются отвалы угледобывающей и углеперерабатывающей отрасли Беловского района. Предметом исследования являются уровень радиационного излучения отвалов угледобывающей и углеперерабатывающей отрасли Беловского района. Гипотезой является то, что отвалы угледобывающей и углеперерабатывающей отрасли Беловского района имеют повышенный уровень радиации. Методы исследования: проведение интервью, исследования и анализ литературы по данной тематике, методы математической обработки данных, измерения мощности полевой эквивалентной дозы гамма-

излучения, измерения плотности потока бета-излучения, измерение удельной активности радионуклида  $^{137}\text{Cs}$ , анализ полученных результатов. Исследование носит эмпирический характер и имеет практическое значение.

## 1. Радиационный контроль

Для проведения практической части исследования, в первую очередь мы провели интервью с врачом по общей гигиене Беловского филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии по Железнодорожному транспорту» Шипуновым В.Н. По результатам интервью, была получена следующая информация.

1. РК отвалов угольной отрасли в последний раз производился в 2001 году, и в данное время не заказывается предприятиями. Это позволяет нам судить об актуальности проводимого исследования.

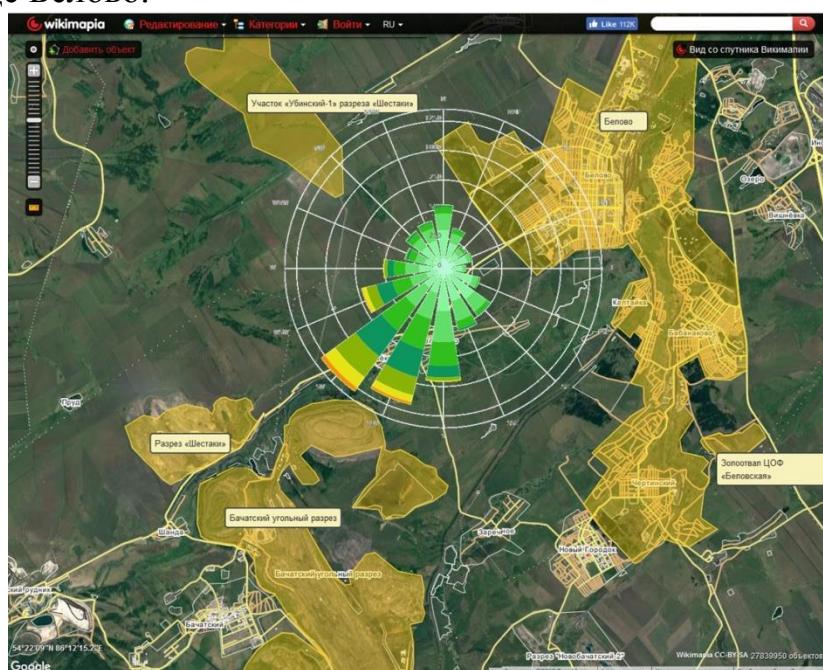
2. Были получены нормативные документы по РК, данные о радиационной обстановке в Беловском районе [1].

3. Были получены рекомендации по планируемому исследованию.

Так же нам был предоставлен прибор для измерения показателей радиоактивности.

### 1.1. Выбор объектов исследования

Для выбора объектов исследования нами была проанализирована карта отвалов вскрышных пород угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий Беловского района. Сопоставив карту с доминирующим вектором розы ветров Беловского района [2], нами были выбраны три основных объекта исследования. Это отвалы вскрышных пород разреза «Шестаки», разреза «Бачатский» и групповые отвалы ЦОФ «Беловская». Для сравнения были так же проведены замеры в промежуточных между городом и отвалами территориях и в самом городе Белово.



**Рис.1. Карта исследуемых отвалов угольной промышленности с наложенной розой ветров**

Для проведения замеров был использован прибор комбинированный для измерения ионизирующих излучений РКСБ-104. Во время проведения замеров соблюдались требования к технике безопасности по проведению измерений на слабо зараженных территориях.

### 1.2. Проведение замеров

#### 1.2.1. Измерение значения мощности полевой эквивалентной дозы гамма-излучения.

Замеры значений мощности полевой эквивалентной дозы гамма-излучения производились в 6 точках на отвалах разреза «Шестаки», в 8 точках отвалов разреза «Бочатский», в 5 точках комбинированных отвалов ЦОФ «Беловская», в 4 точках на промежуточных территориях между отвалами и городом Белово, в 4 точках города Белово. Замеры производились по инструкции к дозиметру РКСБ-104 [3]. В каждой точке сняты пять отсчетов показаний прибора ( $H_1, H_2, H_3, H_4, H_5$ ) в двух режимах работы дозиметра. Рассчитана средняя арифметическая мощность полевой эквивалентной дозы гамма-излучения ( $H_{CP}$ ) по формуле:

$$H_{CP} = \frac{H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5}{5} \quad (1)$$

Рассчитано среднее значение мощности полевой эквивалентной дозы гамма-излучения. Рассчитана средняя эквивалентная доза в мЗв/год по формуле:

$$1\text{мЗв}/\text{год} = (1\text{мкЗв}/\text{ч} * 8760) / 1000 \quad (2)$$

Используя справочные данные из инструкции к дозиметру, выписаны нормативные величины эффективной дозы, в мЗв/год и определен класс условий труда. Полученные данные занесены в сводную таблицу 1.

Точки замеров	При верхнем положении тумблера (5)		Эффективная доза	При нижнем положении тумблера (5)		Эффективная доза
	$H_{CP}$ ,	$H_{CP}$ ,		$H$	$H_{CP}$ ,	

	мкЗв/ч	мкР/ч	мЗв/год	мкЗв/ ч	мкР/ч	мЗв/го д
Отвалы разреза "Шестаки"	0,204	20,400	1,787	0,197	19,680	1,724
Отвалы разреза "Бачатский"	0,245	24,525	2,148	0,252	25,158	2,204
Отвалы ЦОФ "Беловская"	0,191	19,120	1,675	0,193	19,320	1,692
Промежуточные территории	0,113	11,250	0,986	0,113	11,275	0,988
Город Белово	0,170	17,000	1,489	0,174	17,360	1,521
Нормативные значения (эффективная доза, мЗв/год)			≤5			≤5
Класс условий труда			2			2

Таблица 1. Мощность полевой эквивалентной дозы гамма-излучения.

1.2.2. Измерение значения плотности потока бета-излучения с поверхности (по радионуклидам стронций-90 + иттрий-90).

Замеры производились в тех же точках, по инструкции к дозиметру РКСБ-104 [3]. В каждой точке сняты пять фоновых показания прибора ( $\beta_{\phi 1}, \beta_{\phi 2}, \beta_{\phi 3}, \beta_{\phi 4}, \beta_{\phi 5}$ ) в двух режимах работы дозиметра. Рассчитано среднее арифметическое значение внешнего радиационного фона ( $\beta_{CP\phi}$ ) по пяти измерениям, аналогично формуле 1. Затем аналогичные замеры в двух режимах работы дозиметра были произведены со снятой крышкой и так же вычислено среднее арифметическое ( $\beta_{CPH}$ ). Определена величина загрязненности поверхности бета-излучающими радионуклидами, которая характеризуется величиной плотности потока бета-излучения с поверхности ( $\beta$ ), по формуле:

$$\beta = K \cdot (\beta_{CPH} - \beta_{CP\phi}), \text{ где} \quad (3)$$

$\beta$  – плотность потока бета-излучения с поверхности в частицах в секунду с квадратного сантиметра,  $1/(с \cdot см^2)$ ;  $K$  – значения пересчетных коэффициентов для различных диапазонов измерения [3];  $\beta_{CPH}$  – показание прибора со снятой

крышкой;  $\beta_{CP\phi}$  – внешний радиационный фон. Полученные данные занесены в сводную таблицу 2.

Таблица 2. Плотность потока бета-излучения с поверхности.

Точки замеров	Плотность потока бета-излучения ( $\beta$ ) с поверхности в частицах в секунду с квадратного санти- метра, $1/(с \cdot см^2)$	
	при верхнем положении тумблера 5	при нижнем положении тумблера 5
Отвалы разреза "Ше-стаки"	0,0210	0,0231
Отвалы разреза "Бачатский"	0,0153	0,0166
Отвалы ЦОФ "Белов-ская"	0,0244	0,0206
Промежуточные тер-ритории	0,0310	0,0377
Город Белово	0,0480	0,0518

### 1.2.3. Измерение значений удельной активности радионуклида цезий-137

Замеры производились в тех же точках, по инструкции к дозиметру РКСБ-104. [3]. Вначале получены значения для заведомо чистой в радиационном отношении воды, такая вода нам была предоставлена Беловским филиалом ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии по Железнодорожному транспорту». Были сняты пять отсчетов показаний прибора, соответствующих собственному фону прибора ( $A_{\phi 1}, A_{\phi 2}, A_{\phi 3}, A_{\phi 4}, A_{\phi 5}$ ) и рассчитано среднее арифметическое фоновых показаний ( $A_{\phi CP}$ ). Затем в каждой точке кювета заполнялась образцами грунта и снимались пять отсчетов показаний прибора ( $A_{IZM1}, A_{IZM2}, A_{IZM3}, A_{IZM4}, A_{IZM5}$ ), и также рассчитывалось среднее арифметическое ( $A_{IZM CP}$ ). Затем рассчитывалась по формуле (4) величина удельной активности ( $A_m$ ) радионуклида цезий-137 в веществе (в беккерелях на килограмм):

$$A_m = K (A_{IZM CP} - A_{\phi CP}) \quad (4)$$

$K$  – пересчетный коэффициент, равный 20 [3].

Для получения значения удельной активности радионуклида цезий-137 (в кюри на килограмм) результат расчета умножался на  $2,7 \cdot 10^{-11}$  ( $1Бк = 2,7 \cdot 10^{-11}Ки$ ). Полученные данные занесены в сводную таблицу 3. На диаграмме

(Рис.2.), показаны средние значения в каждой точке замеров, красная линия показывает верхнюю границу допустимых значений.

Таблица 3. Удельная активность радионуклида цезий-137

Место замера	Удельная активность радионуклида цезия-137	
	Ам, Бк/кг	Am *(10 <sup>-7</sup> ),Ку/кг
Отвалы разреза "Шестаки"	2995	0,81
Отвалы разреза "Бачатский"	3838	1,04
Отвалы ЦОФ "Беловская"	2853	0,77
Промежуточные территории	1053	0,28
Город Белово	1084	0,29

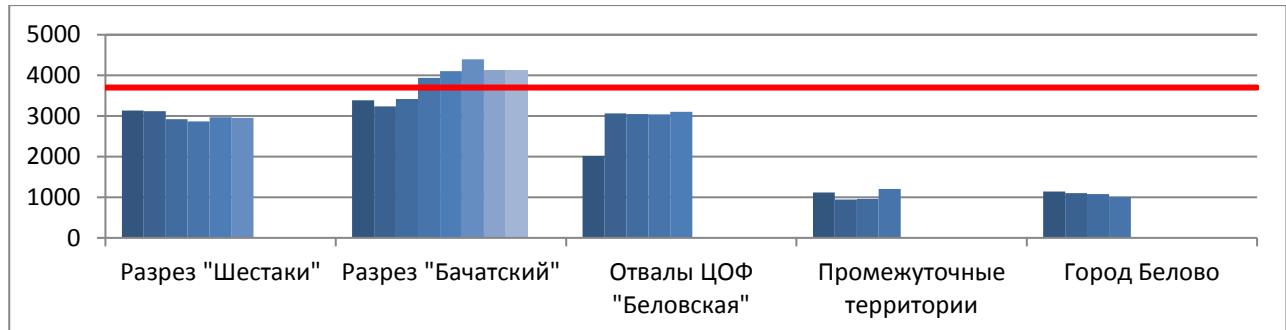


Рис.2. Диаграмма значений удельной активности радионуклида цезий-137

### 1.3. Нанесение точек замеров на карту

Все точки замеров решено было нанести на карту, для лучшей визуализации проведенного исследования. Для этого на каждой точке замеров фиксировались координаты, по которым, впоследствии, на карту наносились отметки.

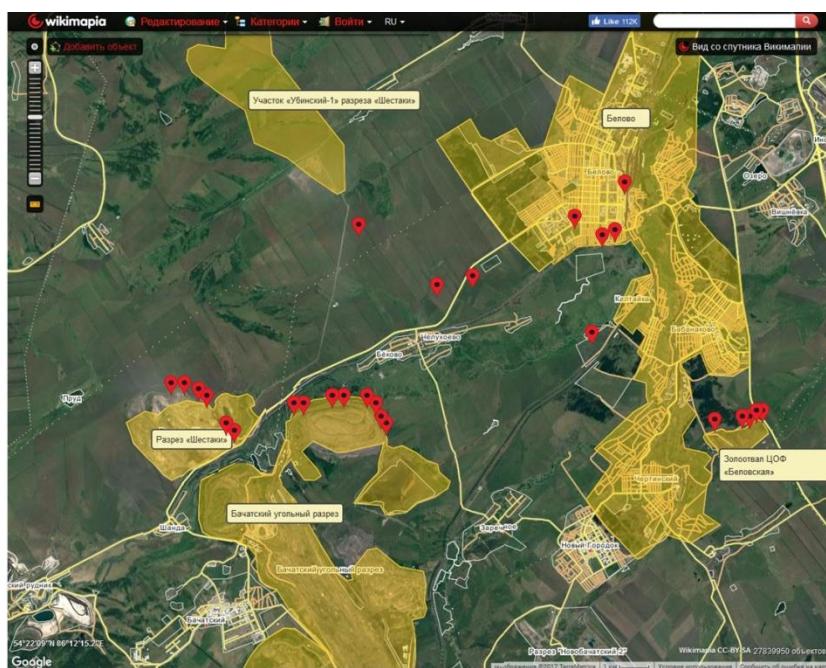


Рис.3. Координаты точек замеров

#### 1.4. Анализ результатов

Состояние гамма-фона исследованных отвалов по значениям находится в пределах нормы гамма-фона для карьерных разработок, хотя и выше чем в городе и окрестностях.

Плотность потока бета-излучения исследованных отвалов, промежуточных территорий и города Белово по значениям находится в пределах нормы гамма-фона для карьерных разработок.

Значения удельной активности радионуклида цезий-137 исследованных отвалов разреза «Шестаков» и ЦОФ «Беловская» по значениям находится в пределах верхней границы для карьерных разработок. Для отвалов разреза «Бачатский» в пяти из восьми точек измерения превышает допустимое значение. Для промежуточных территорий и города Белово значения находятся в нижнем пределе допустимых значений.

Полученные данные позволяют сделать вывод, что исследованные отвалы безопасны в гамма-диапазоне радиоактивного излучения, но небезопасны в бета-диапазоне. Существует определенная опасность радиоактивного воздействия на человека. Радиоактивная частица может попасть в организм с пылью или продуктами. Для уменьшения данной вероятности необходимо беречь органы дыхания во время пыльных бурь с южного и юго-западного направления, а так же воздержаться от сбора грибов и ягод в окрестностях отвалов угольной промышленности. Уменьшить радиационный фон отвалов и предотвратить распространение пыли помогает рекультивация.

#### Заключение

За время, проведенное в изучении данной темы, я узнала огромное количество материала в области экологии и физики. Данное исследование в корне изменило мое отношение к радиационной безопасности, заставив задуматься о,

казалось бы, абсолютно безопасных, объектах. Еще одним немаловажным фактором в моей жизни, стал грамотный выбор мест для сбора грибов и ягод.

Исследование может быть продолжено, путем расширения изучаемых территорий. К примеру, изучение отвалов не только Беловского района, но и Кемеровской области, или же изучение уровня радиации непосредственно на самих шахтах разрезах и ЦОФ.

Подводя итоги вышесказанному необходимо отметить практическую значимость работы, а так же выводы, способные принести реальную пользу и сохранить здоровье населению нашего города и его близ лежащих территорий.

### **Список литературы:**

1. МУ 2.6.1.1088-02, СанПиН 2.6.1.2800-10, СанПиН 2.6.1.2523-09.
2. Климат г. Белово Кемеровская область, Россия, 54.42°С 86.3°В 206м над у.м. [Электронный ресурс] URL: <https://www.meteoblue.com/ru/Погода/Прогноз/modelclimate/>  
Белово\_Россия\_1510469 (Дата обращения 10.06.2017).
3. Паспорт. Прибор комбинированный для измерения ионизирующих излучений РКСБ-104. – ОКП 4362519501. – БЕЛВАР МПО имени В.И. Ленина, 1992. – 63с.
4. ГОСТ 22.0.05-97/ГОСТ Р 22.0.05-94. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Термины и определения.
5. Сивухин Д. В. Общий курс физики. — 3-е издание, стереотипное. — М.: Физматлит, 2002. — Т. V. Атомная и ядерная физика. — 784 с. — ISBN 5-9221-0230-3.
6. Геологический словарь: в 2-х томах. — М.: Недра. Под редакцией К. Н. Паффенгольца и др.. 1978.
7. Анистратов Ю.И. Отвалообразование / Главный ред. Е.А. Козловский. — Горная энциклопедия. — М.: Советская энциклопедия, 1989. — Т. 4. — 623 с.