

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт биологии Коми научного центра  
Уральского отделения Российской Академии наук



# ДИНАМИКА РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ НА ТЕРРИТОРИИ ХРАНИЛИЩА РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ РАДИЕВОГО ПРОМЫСЛА

А.И. Кичигин, И.И. Шуктомова, Л.М. Носкова



Данные получены в 2009-2011 гг. при ведении работ по договорам с ФГУГП «Гидроспецгеология», под эгидой Госкорпорации «Росатом»

Федеральная целевая программа «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года»

п. 262 «Реабилитация территории субъектов Российской Федерации»

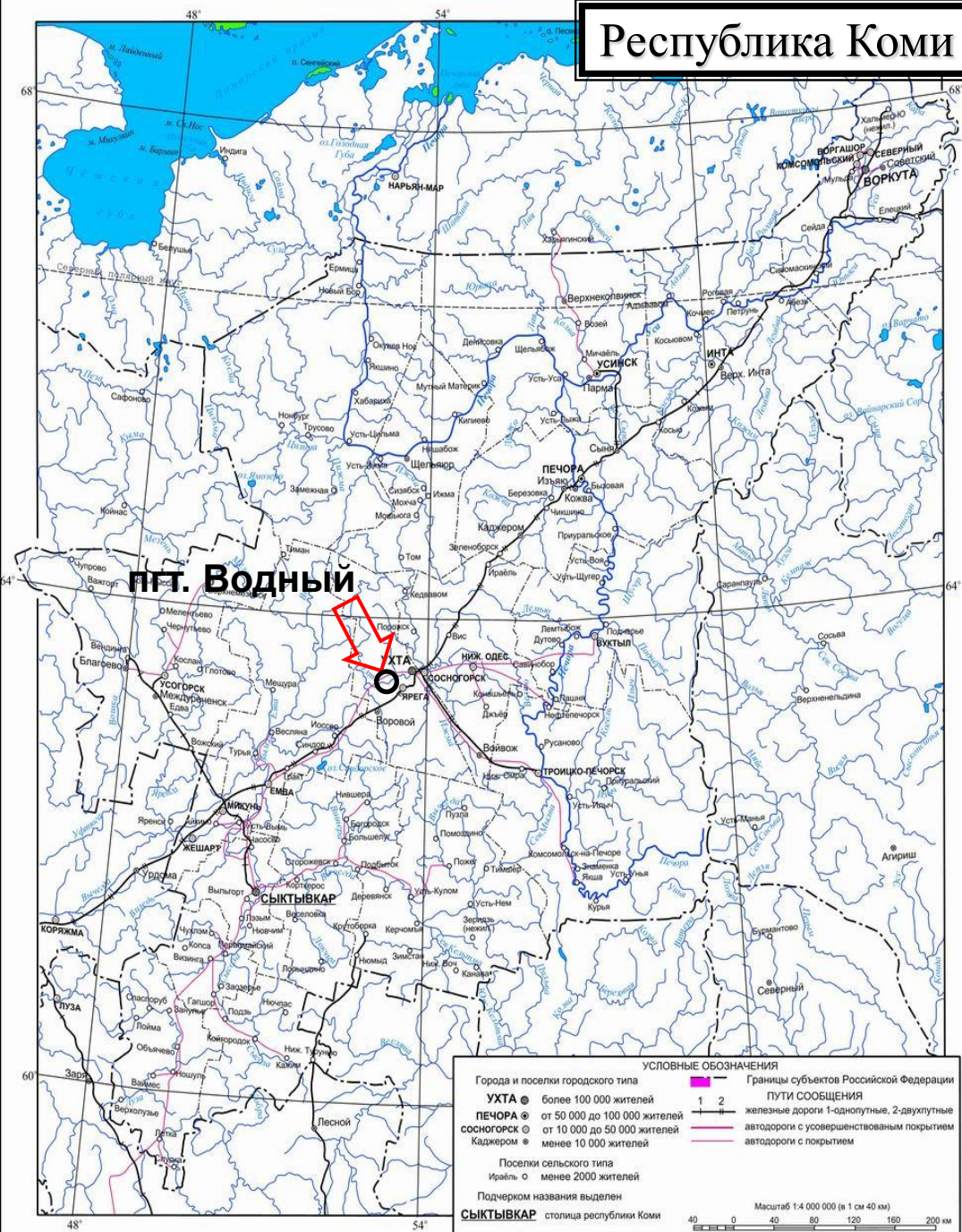


## Историческая справка

- 1926 г. – Северной экспедицией Академии Наук СССР в межпластовых водах Ухтинского нефтяного месторождения обнаружено наличие солей радия в концентрации, достаточной для промышленной добычи.
- 1931 г. – начало промышленной эксплуатации месторождения радиесодержащих вод УхтПечлагом ОГПУ (Промысел № 2 имени ОГПУ, ОЛП № 10, лаготделение № 10 или «Водный промысел»).
- 1936 г. – на «Водном промысле» начал работу завод по переработке радиевых концентратов, получена первая партия бромида радия.
- 1946 г. – на «Водном промысле» получена первая партия бромида радия из отходов урановой промышленности (из «табошарского концентрата»).
- 1953 г. – радиевый завод (завод № 226) передан из Министерства внутренних дел СССР в Министерство среднего машиностроения СССР.
- 1953 г. – ликвидация «Водного промысла», радиевый завод (завод № 226 или п/я 3179) полностью перешел на переработку отходов урановой промышленности.
- 1956 г. – прекращение производства радия.
- 1957 г. – передача производственных мощностей бывшего радиевого завода в Министерство электротехнической промышленности СССР, начало выпуска электрокерамических изделий (завод «Колиэлектростеатит», далее – Ухтинский электрокерамический завод «Прогресс»).
- 2004 г. – банкротство и ликвидация Ухтинского электрокерамического завода «Прогресс».



# Республика Коми



**пгт. Водный**

**УХТА**

**УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ**

Города и поселки городского типа	Границы субъектов Российской Федерации
УХТА ● более 100 000 жителей	ПУТИ СООБЩЕНИЯ
ПЕЧОРА ● от 50 000 до 100 000 жителей	1 2 железные дороги 1-однопутные, 2-двухпутные
сосногорск ● от 10 000 до 50 000 жителей	— автодороги с усовершенствованным покрытием
Каджером ● менее 10 000 жителей	— автодороги с покрытием
Поселки сельского типа	
Ирайль ○ менее 2000 жителей	
Подчерком названия выделен	
<b>СЫКТЫВКАР</b> столица республики Коми	

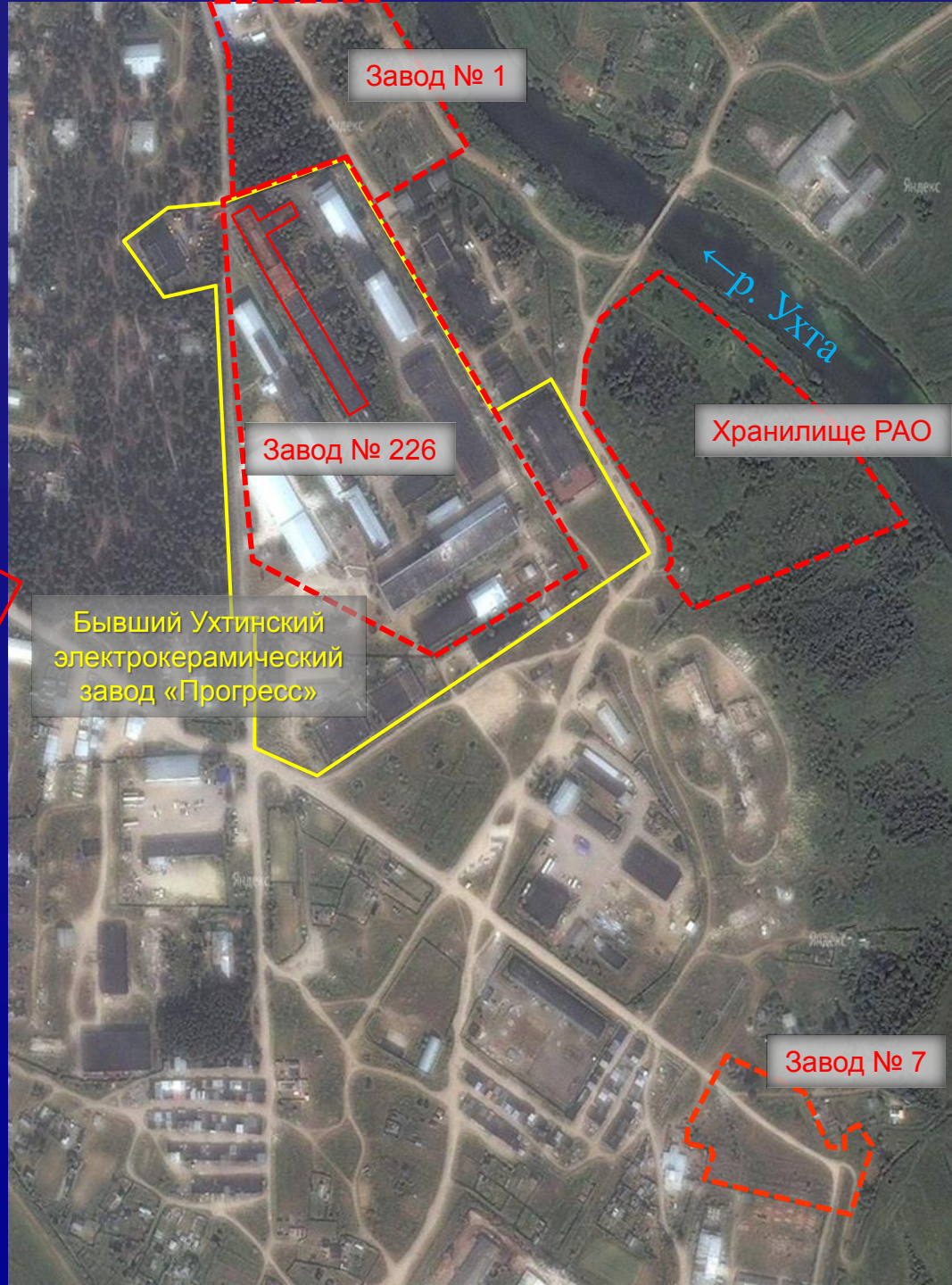
Масштаб 1:4 000 000 (в 1 см 40 км)

0 40 80 120 160 200 км



пгт. Водный

р. Ухта →



Завод № 1

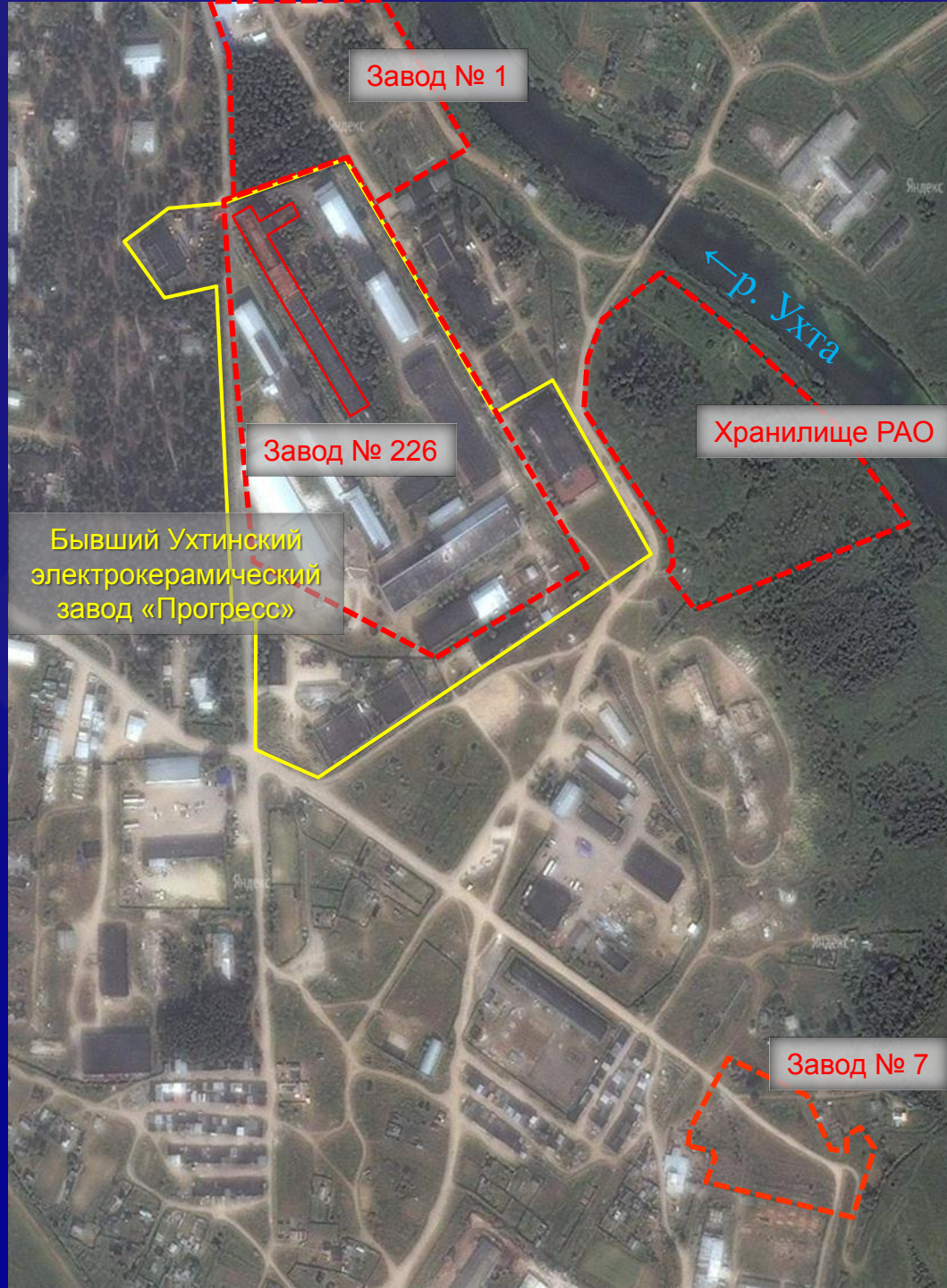
Завод № 226

Бывший Ухтинский  
электрокерамический  
завод «Прогресс»

Хранилище РАО

Завод № 7

← р. Ухта





Расположено на первой и на склоне второй надпойменных террас р. Ухта.  
Площадь 4,63 га (в пределах ограды).



«Красные отвалы»

Промзона

«Черные отвалы»

Нерадиоактивные отходы

Хранилище РАО:  
ситуационный план

– радиоактивный металлолом

50 м



«Черные отвалы»

«Красные отвалы»



Засыпка «черных отвалов»  
песчано-гравийной смесью

Экспериментальный участок  
Института биологии  
Коми филиала АН СССР





## **На хранилище РАО захоронены отходы нескольких видов:**

- **«черные отвалы» – отходы производства радия из пластовых вод;**
- **«красные отвалы» – отходы производства радия из отходов урановой промышленности;**
- **металлическое оборудование радиевого производства;**
- **отходы, образовавшиеся при дезактивации (загрязненный грунт, древесная зола, кирпичный бой и пр.);**
- **нерадиоактивные отходы «Ухтинского электрокерамического завода “Прогресс”» (с 1957 г. до начала 1980-х гг.).**

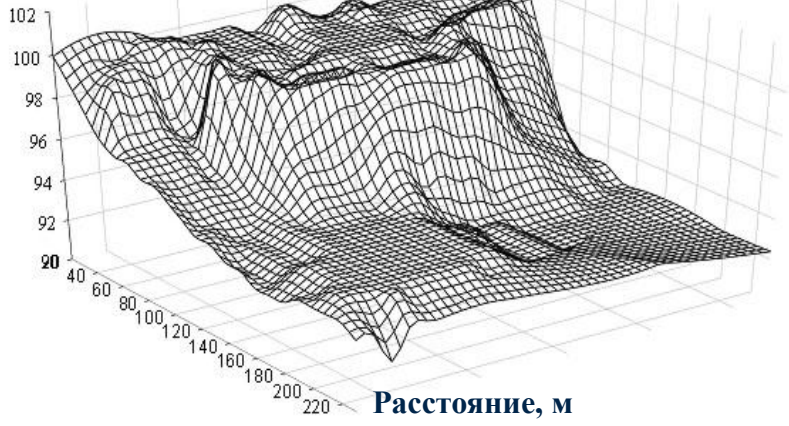


**«Черные отвалы» образовывались при выделении радия из подземных вод и представляют собой древесный уголь, содержащий остатки химикатов и загрязненный  $^{226}\text{Ra}$  и  $^{228}\text{Ra}$ .**

**«Красные отвалы» образовывались при выделении радия из отходов урановой промышленности. Точный химический состав нам неизвестен. По внешнему виду и консистенции напоминают красную глину. Загрязнены  $^{226}\text{Ra}$  и  $^{238}\text{U}$ .**



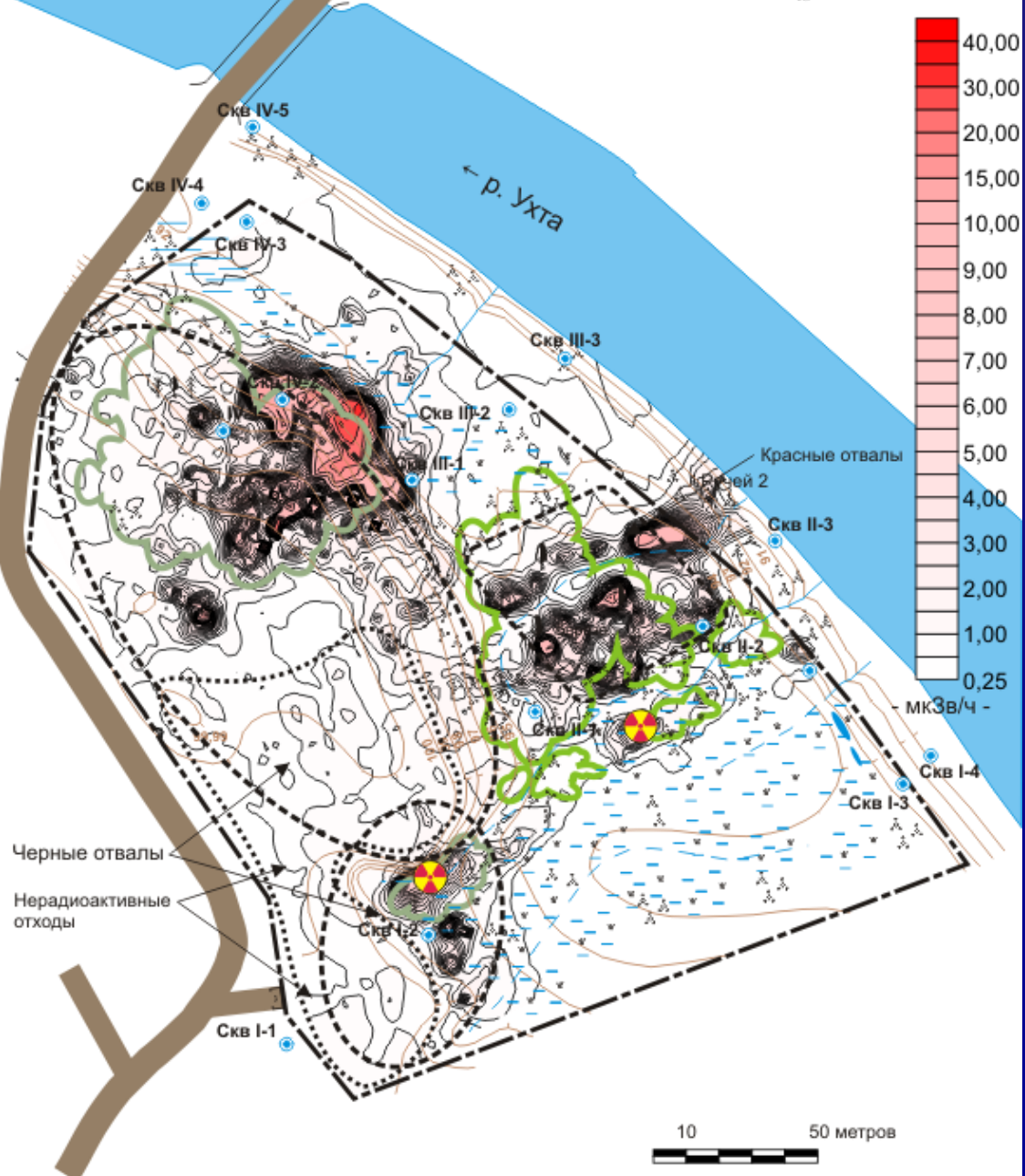
Абсолютная высота, м



Расстояние, м

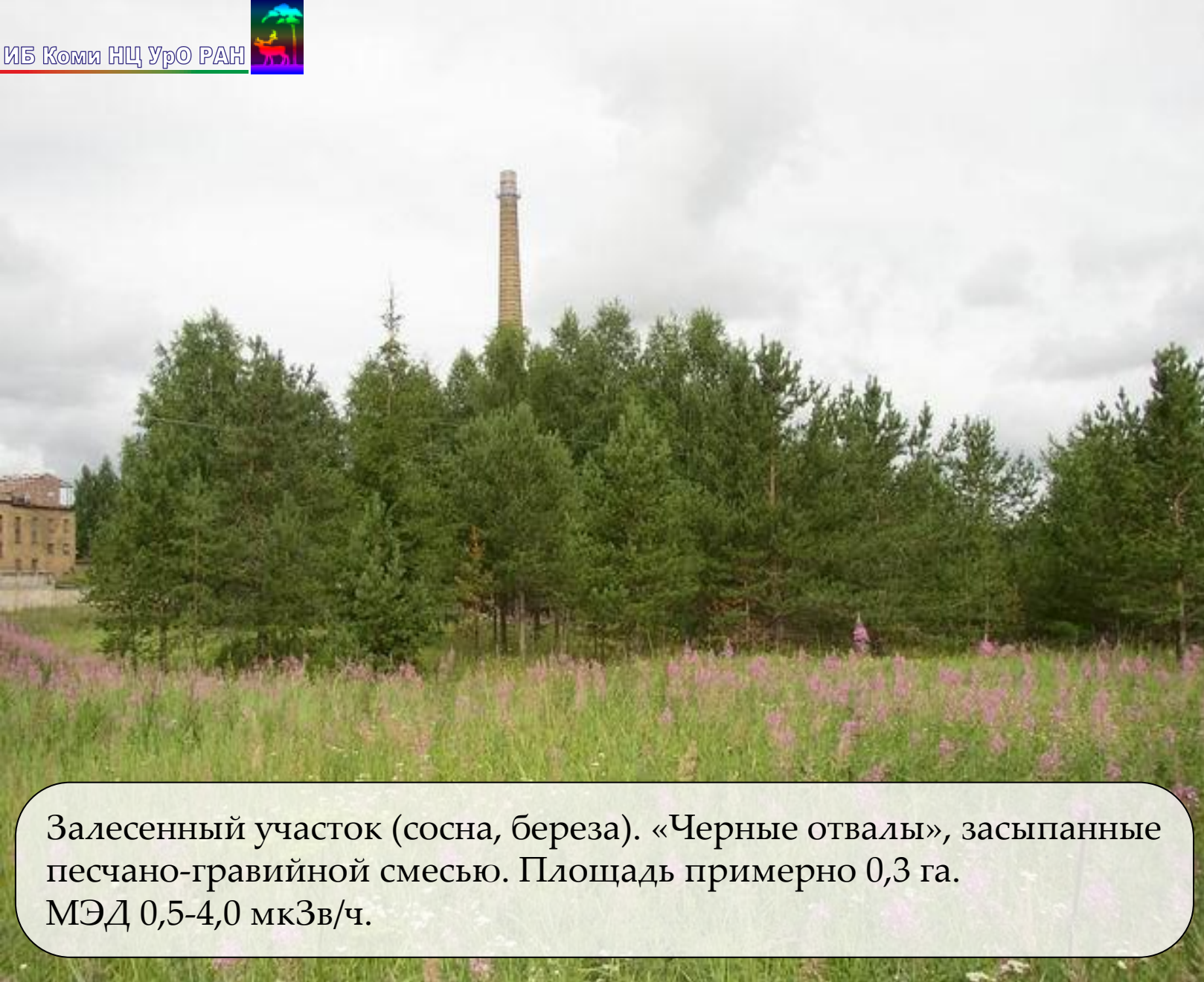


Хранилище РАО:  
ситуационный план,  
рельеф



Хранилище РАО:  
схема гамма-полей





Залесенный участок (сосна, береза). «Черные отвалы», засыпанные песчано-гравийной смесью. Площадь примерно 0,3 га.  
МЭД 0,5-4,0 мкЗв/ч.

Современное состояние хранилища РАО бывшего радиевого производства



Участок с «черными отвалами»,  
лишенный песчано-гравийной  
отсыпки.  
Площадь ~ 40 м<sup>3</sup>.  
МЭД до 25,0 мкЗв/ч.



р. Ухта

Место стока в р. Ухта

Осоковое болото в северной части хранилища РАО

Современное состояние хранилища РАО бывшего радиевого производства



Корпуса Ухтинского завода «Прогресс»

Котельная пгт. Водный



Места стока поверхностных вод

Вид с р. Ухта

Современное состояние хранилища РАО бывшего радиевого производства





Ручей, стекающий с территории хранилища РАО.  
Всего с территории хранилища РАО стекает четыре ручья.

Вид с р. Ухта

Современное состояние хранилища РАО бывшего радиевого производства



Берег и дно канавы покрыты  
смытыми «черными отвалами».  
МЭД до 25,0 мкЗв/ч.

Система водоемов, заросших  
осокой и хвощем, в северной  
части хранилища РАО





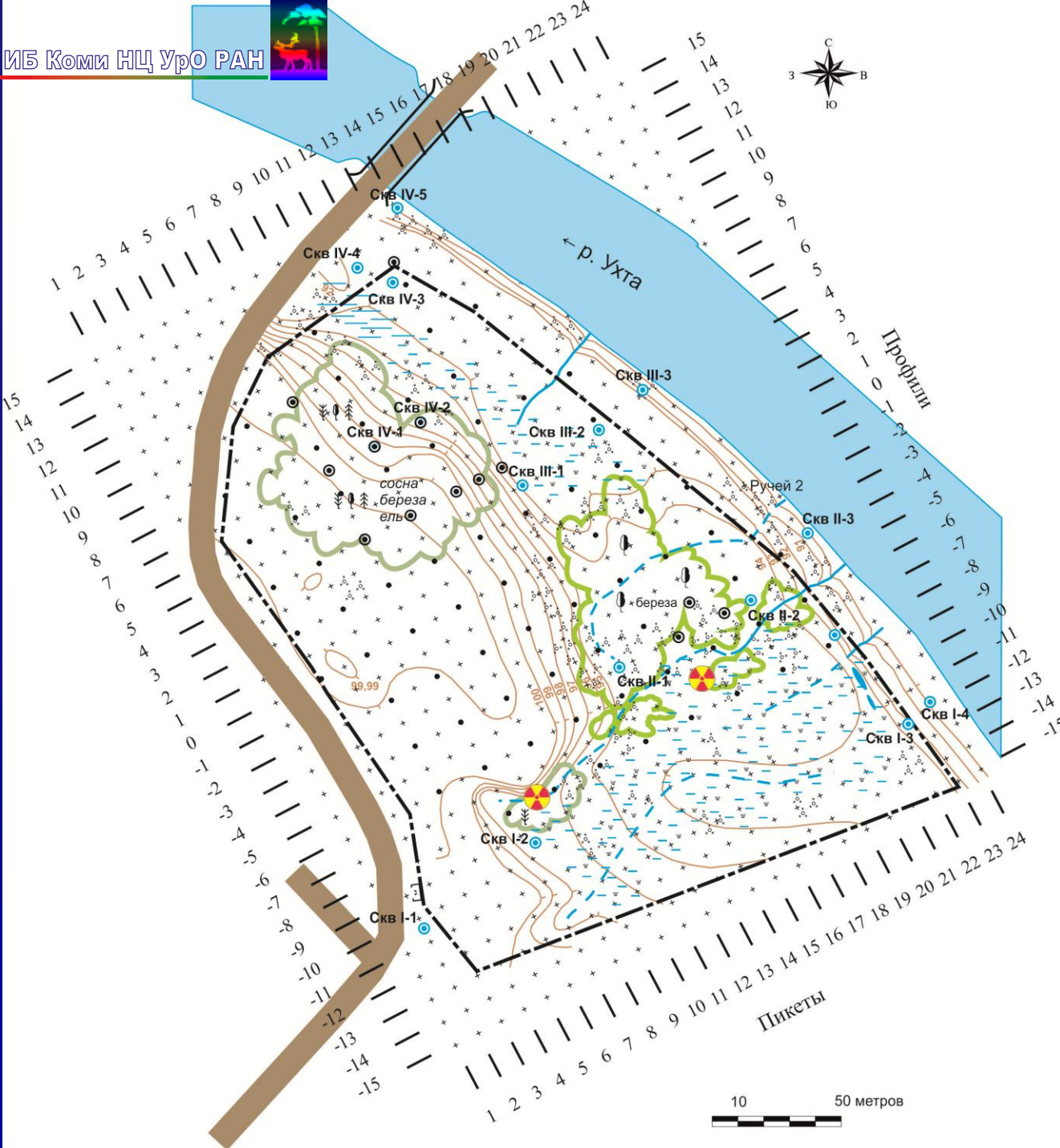
Залесенный участок (береза). «Красные отвалы». МЭД до 8,0 мкЗв/ч.

Современное состояние хранилища РАО бывшего радиевого производства



Оборудование бывшего радиевого производства (чаны из нержавеющей стали для хлоридной кристаллизации). МЭД до 6,0 мкЗв/ч.

Современное состояние хранилища РАО бывшего радиевого производства



В 1981 г. для изучения миграции радионуклидов на поверхности хранилища РАО была разбита пикетная сеть 10×10 м. С частотой 20×20 м произведен послыйный отбор проб на глубину по 1 м. В 2009 г. эта работа была повторена.

Кроме того, в 2009 г. проводили отбор проб в разрезах и при бурении скважин на воду глубиной от 1,0 до 4,5 м.

**Хранилище РАО:  
схема отбора проб  
грунта**



### «Черные отвалы»

$$A \text{ } ^{226}\text{Ra} = 0,43 \div 800 \text{ Бк/г}$$

$$A \text{ } ^{238}\text{U} = 0,01 \div 10 \text{ Бк/г}$$

На участке «черных отвалов» средняя  $A \text{ } ^{226}\text{Ra} = 14,6 \pm 5,1 \text{ Бк/г}$ .

### «Красные отвалы»

$$A \text{ } ^{226}\text{Ra} = 6 \div 155 \text{ Бк/г};$$

На участке «красных отвалов»:

средняя  $A \text{ } ^{226}\text{Ra} = 18,8 \pm 3,1 \text{ Бк/г}$ ;

средняя  $A \text{ } ^{238}\text{U} = 8,8 \pm 1,9 \text{ Бк/г}$ .

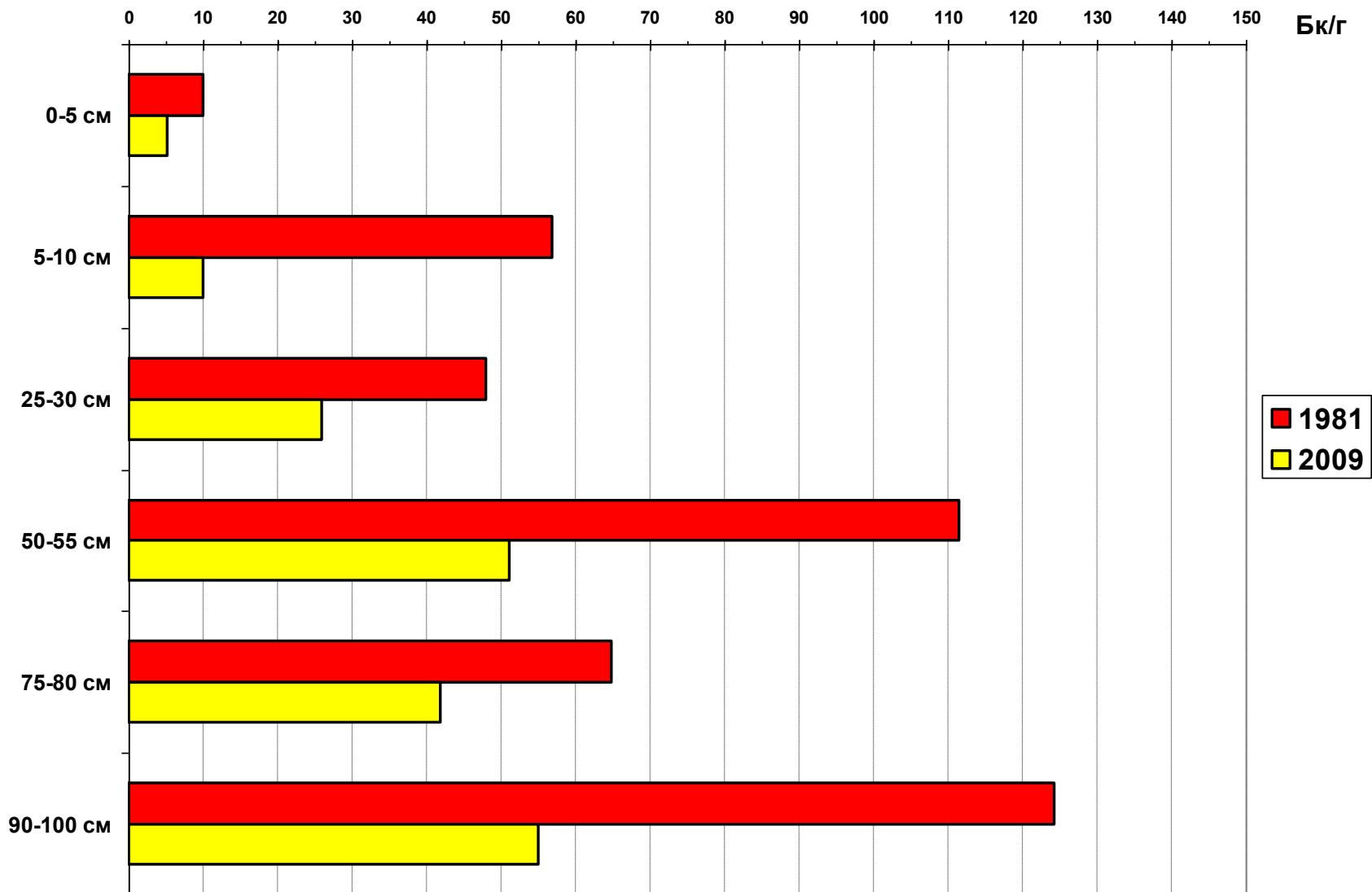
$$\text{МЗУА } ^{226}\text{Ra} = 10 \text{ Бк/г}$$

$$\text{МЗУА } ^{238}\text{U} = 10 \text{ Бк/г}$$

По принятой классификации, «черные отвалы» и «красные отвалы» относятся к твердым низкоактивным радиоактивным отходам, образованным специально сконцентрированными естественными радионуклидами.



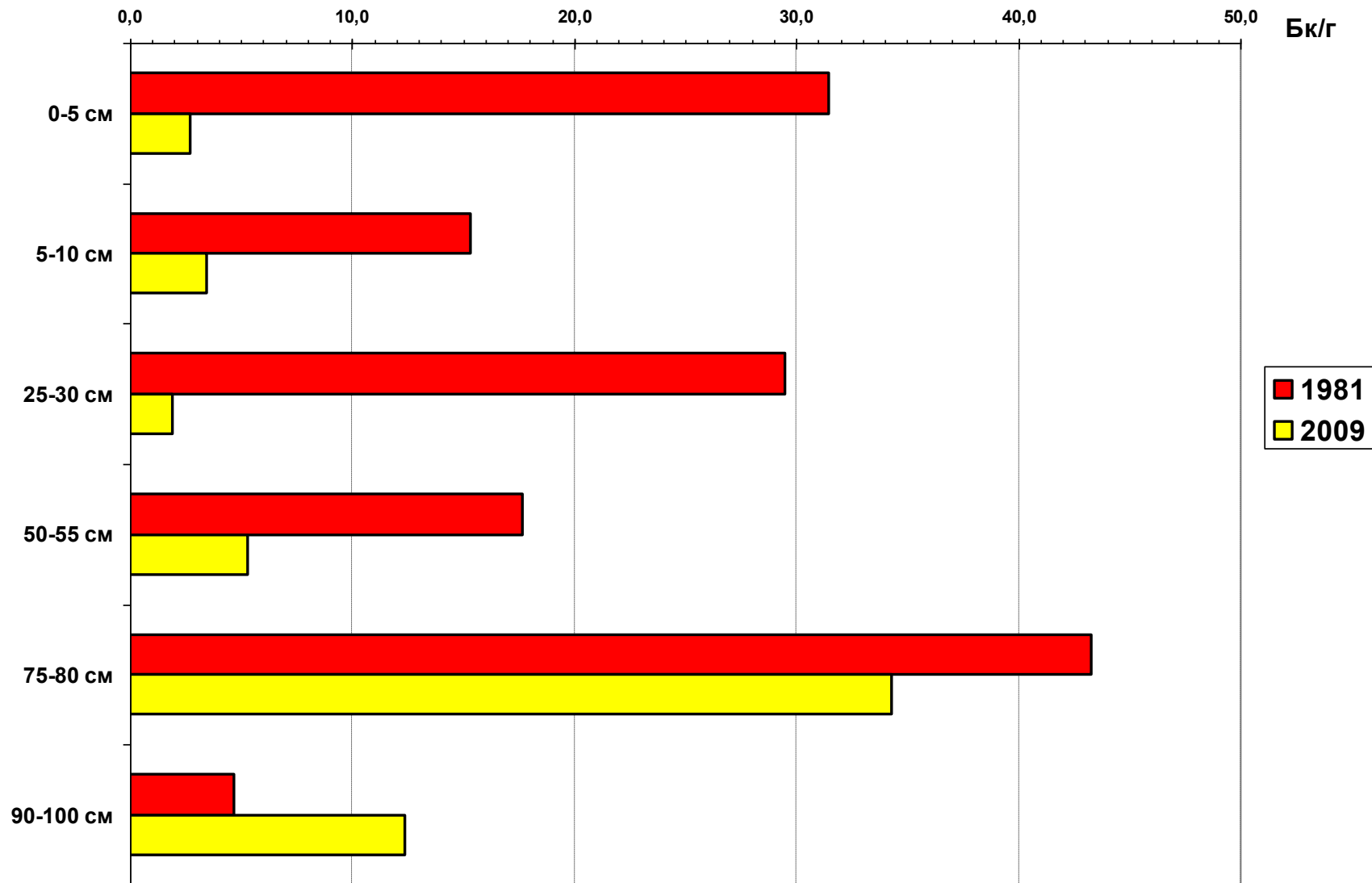
### Черные отвалы



Динамика удельной активности  $^{226}\text{Ra}$



### Красные отвалы



Динамика удельной активности  $^{226}\text{Ra}$





Путем интегрирования плотности загрязнения  $^{226}\text{Ra}$  по поверхности хранилища РАО рассчитано содержание этого радионуклида в метровом слое:  
в 1981 г. –  $7,2 \cdot 10^{11}$  Бк или 19,5 г.,  
в 2009 г. –  $3,3 \cdot 10^{11}$  Бк или 8,9 г.



Ранние исследования показали значительный вынос радионуклидов с поверхностными водами. В 1960 г. содержание радия в воде ручьев на территории хранилища РАО составляло  $3 \pm 10^{-9}$  Ки/л (111 Бк/л), отчего содержание радия в р. Ухта достигало  $77 \pm 10^{-12}$  Ки/л (2,85 Бк/л или 5,7 УВ)



В настоящее время удельные активности  $^{226}\text{Ra}$  и  $^{238}\text{U}$  в воде из ручьев, протекающих по территории хранилища РАО, укладываются в нормативы, установленные НРБ-99/2009.

В среднем за 2009-2011 гг. содержания  $^{226}\text{Ra}$  и  $^{238}\text{U}$  в пробах воды поверхностных водоемов составили  $0,17 \pm 0,05$  и  $0,20 \pm 0,03$  Бк/л.



Содержание  $^{226}\text{Ra}$  в воде и донных осадках р. Ухта  
в районе хранилища РАО

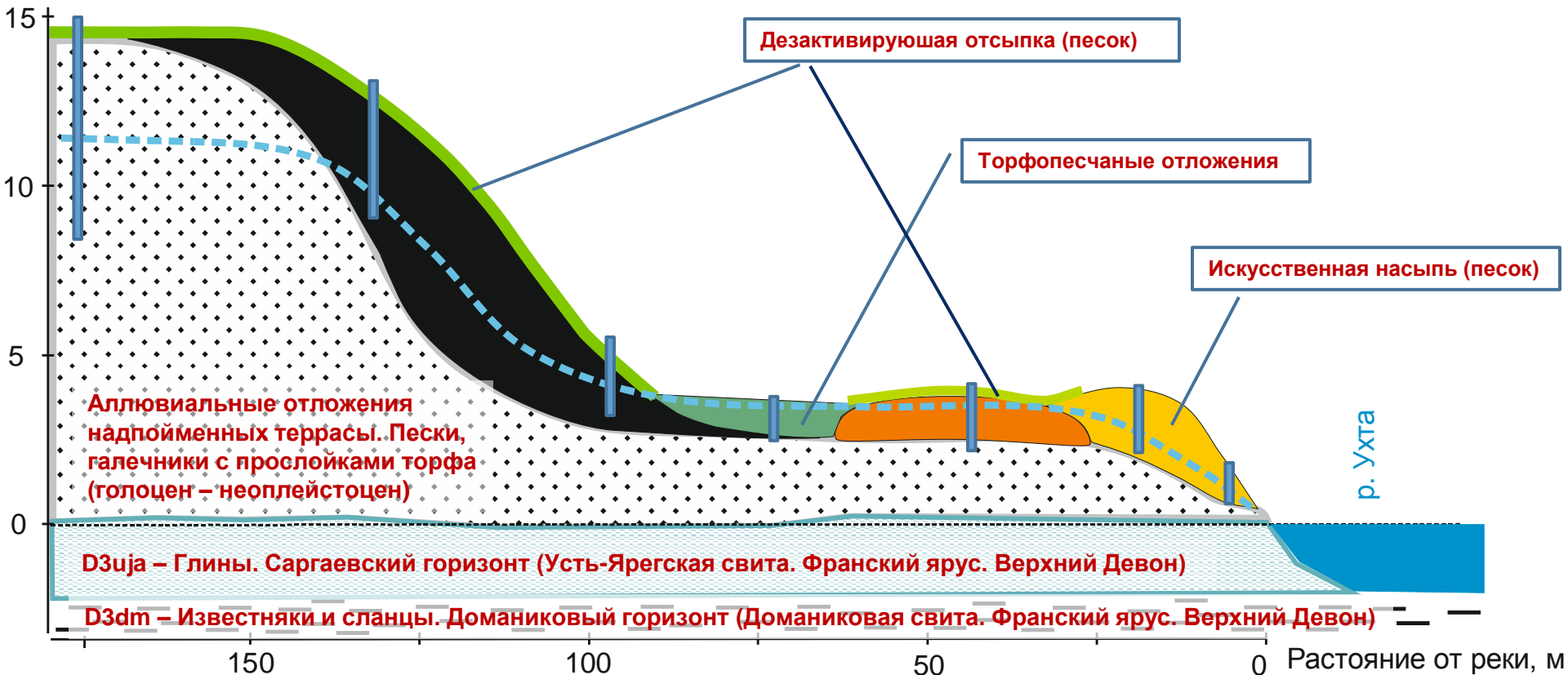
Место отбора	Вода, Бк/л	Донные осадки, Бк/г
Выше по течению	0,04±0,02	0,02±0,02
Ниже по течению	0,15±0,02	0,07±0,02

Примечание: УВ ( $^{226}\text{Ra}$ ) = 0,49 Бк/л



## Геологическое строение хранилища РАО

Высота над уровнем  
реки, м



– «Черные отвалы»



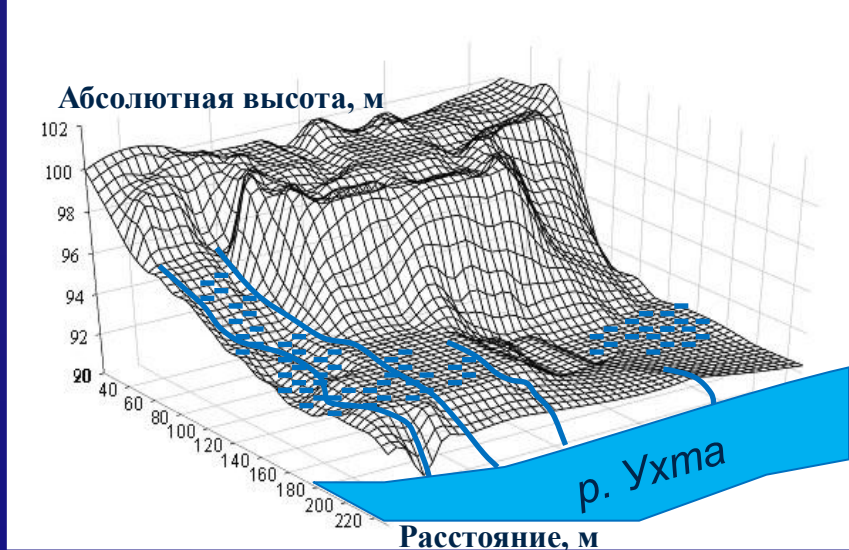
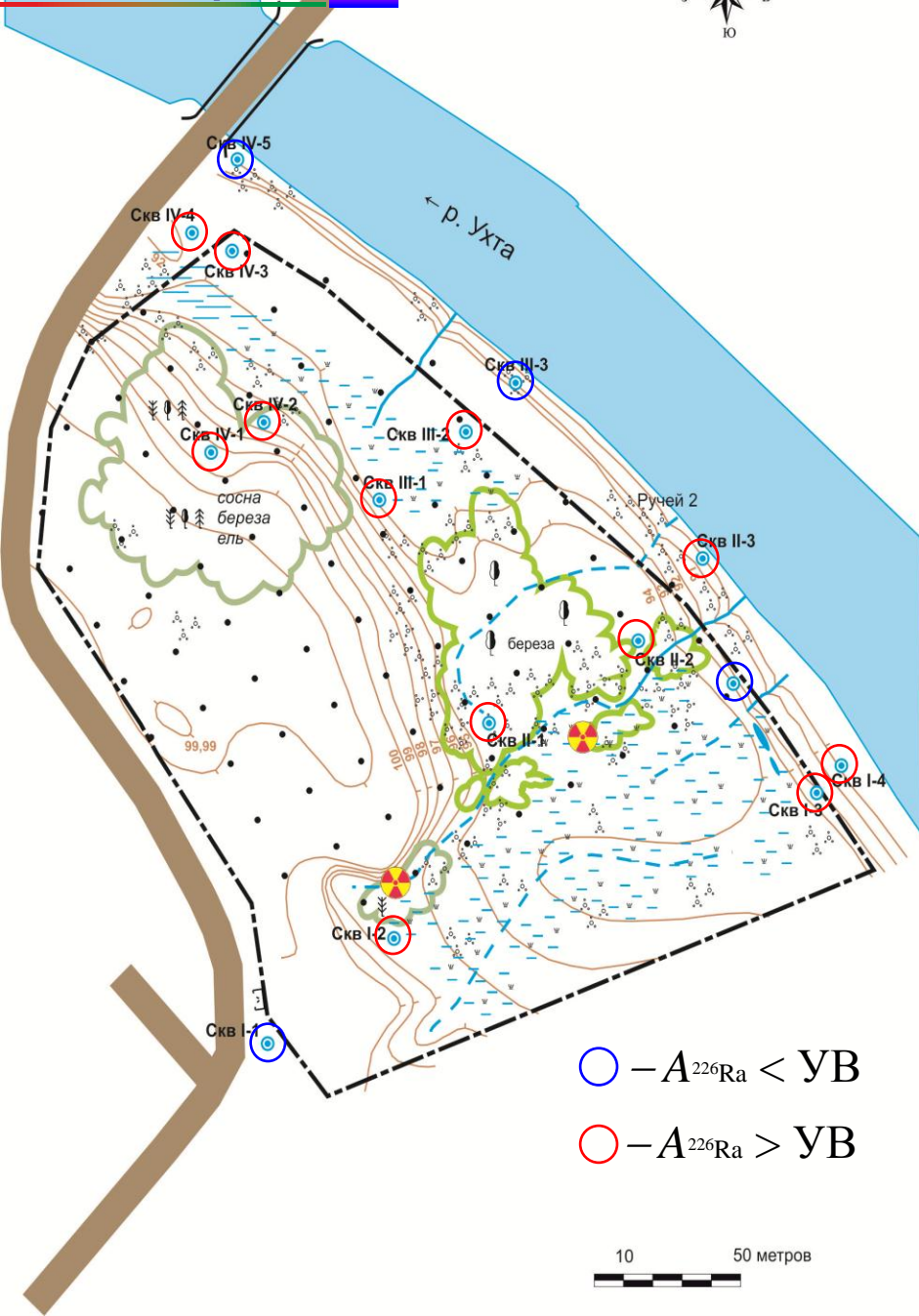
– «Красные отвалы»



– уровень грунтовых вод



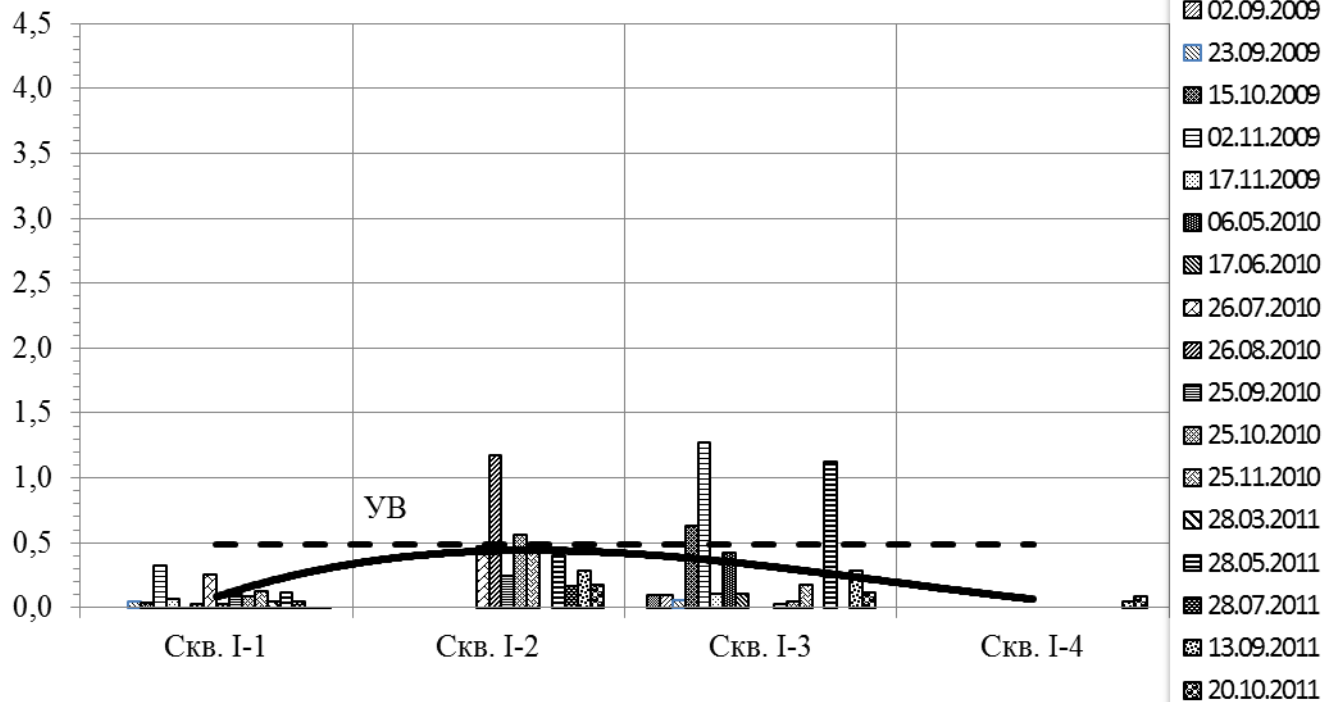
– наблюдательные скважины  
(разные варианты)



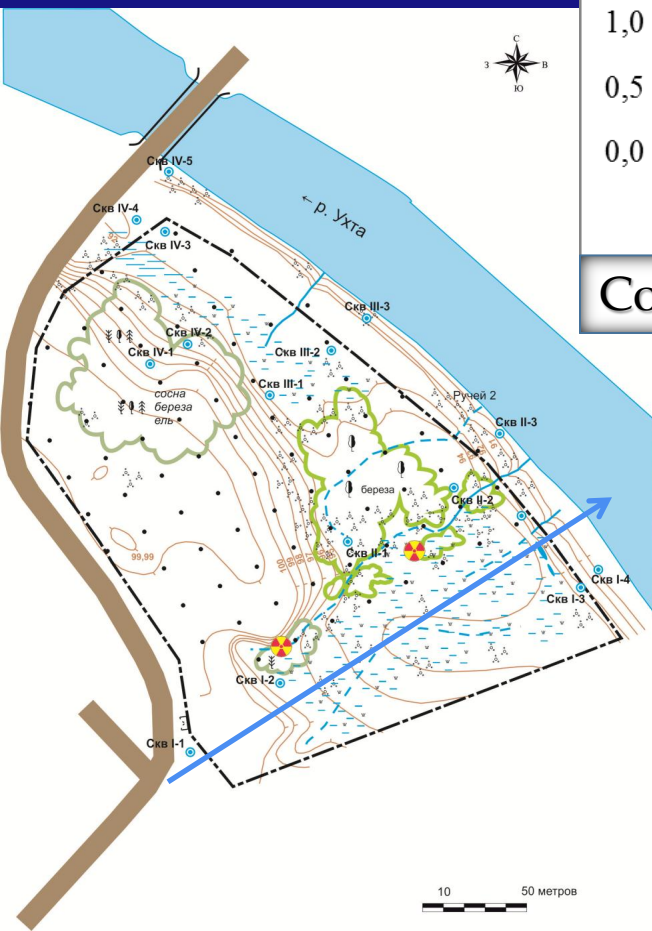
Хранилище РАО:  
 гидрологический  
 режим



$A_v^{226}\text{Ra}$ , Бк/кг



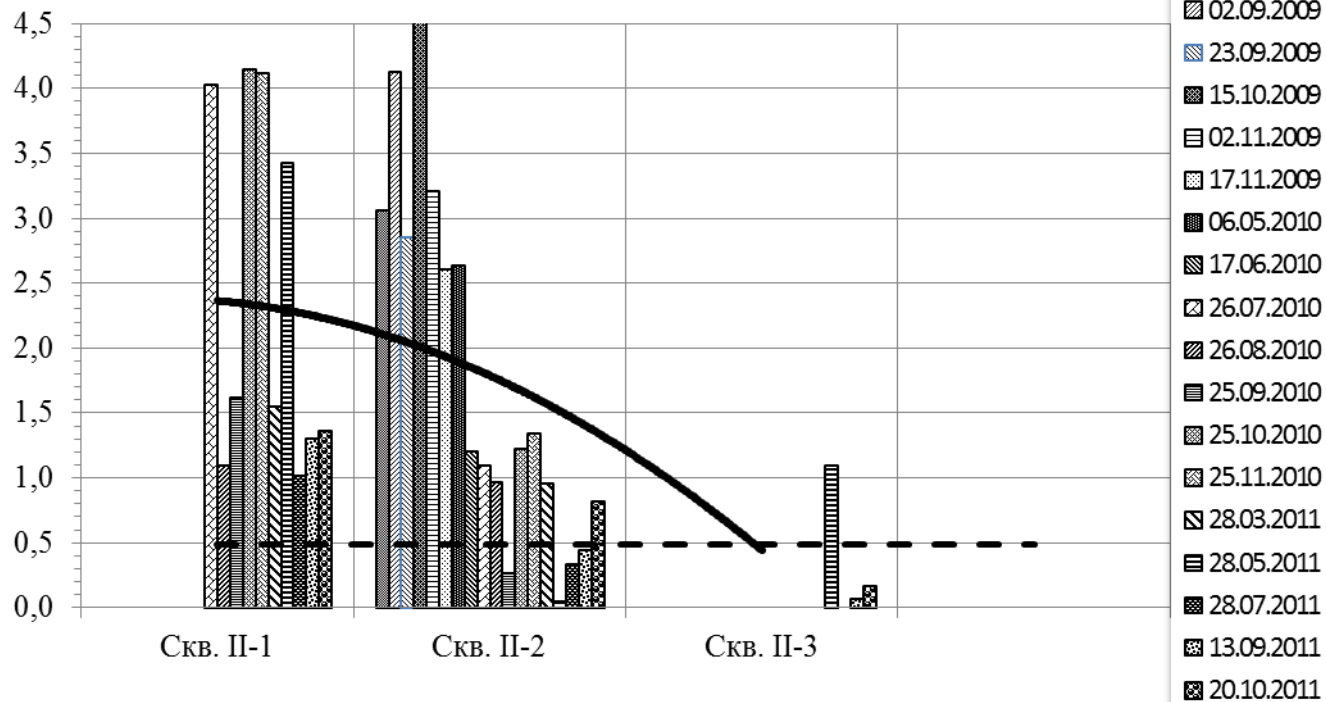
Содержание  $^{226}\text{Ra}$  в грунтовых водах (профиль I)



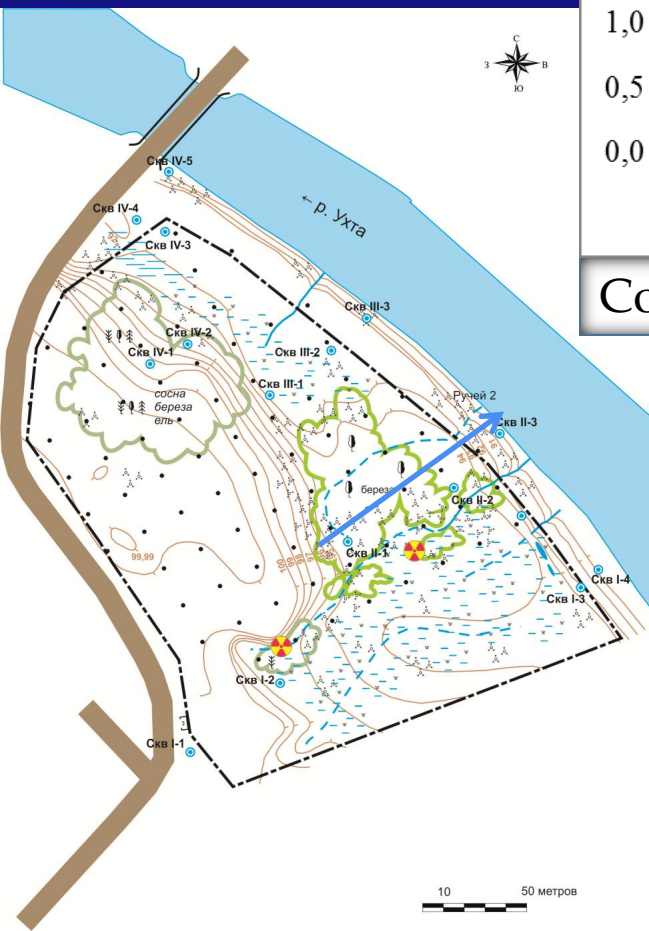
- 14.08.2009
- ▨ 02.09.2009
- ▩ 23.09.2009
- ▧ 15.10.2009
- ▦ 02.11.2009
- ▥ 17.11.2009
- ▤ 06.05.2010
- ▣ 17.06.2010
- ▢ 26.07.2010
- 26.08.2010
- 25.09.2010
- ▟ 25.10.2010
- ▞ 25.11.2010
- ▝ 28.03.2011
- ▜ 28.05.2011
- ▛ 28.07.2011
- ▚ 13.09.2011
- ▙ 20.10.2011



$A_v^{226}\text{Ra}$ , Бк/кг



Содержание  $^{226}\text{Ra}$  в грунтовых водах (профиль II)

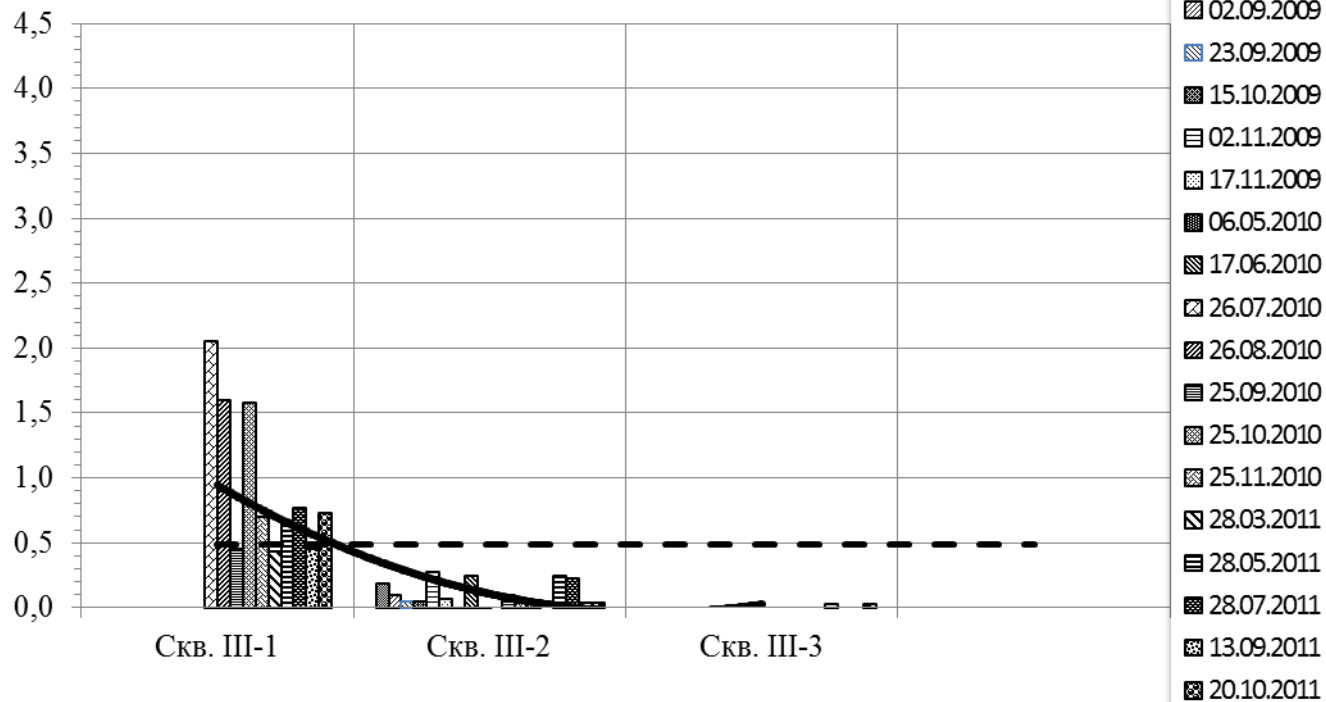


- 14.08.2009
- ▨ 02.09.2009
- ▩ 23.09.2009
- ▧ 15.10.2009
- ▦ 02.11.2009
- ▥ 17.11.2009
- ▤ 06.05.2010
- ▣ 17.06.2010
- ▢ 26.07.2010
- 26.08.2010
- 25.09.2010
- ▟ 25.10.2010
- ▞ 25.11.2010
- ▝ 28.03.2011
- ▜ 28.05.2011
- ▛ 28.07.2011
- ▚ 13.09.2011
- ▙ 20.10.2011

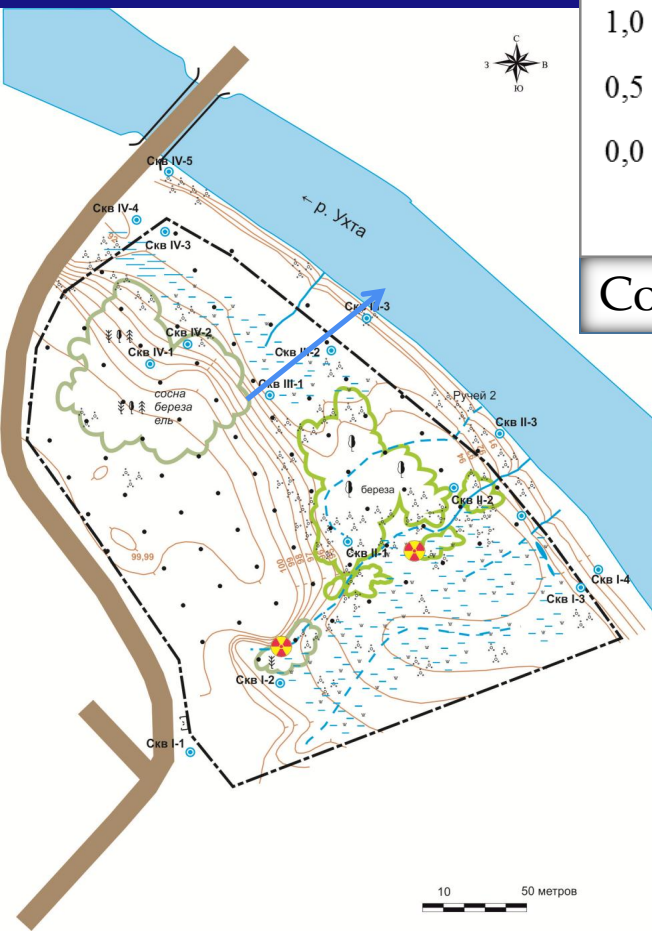




$A_v^{226}\text{Ra}$ , Бк/кг



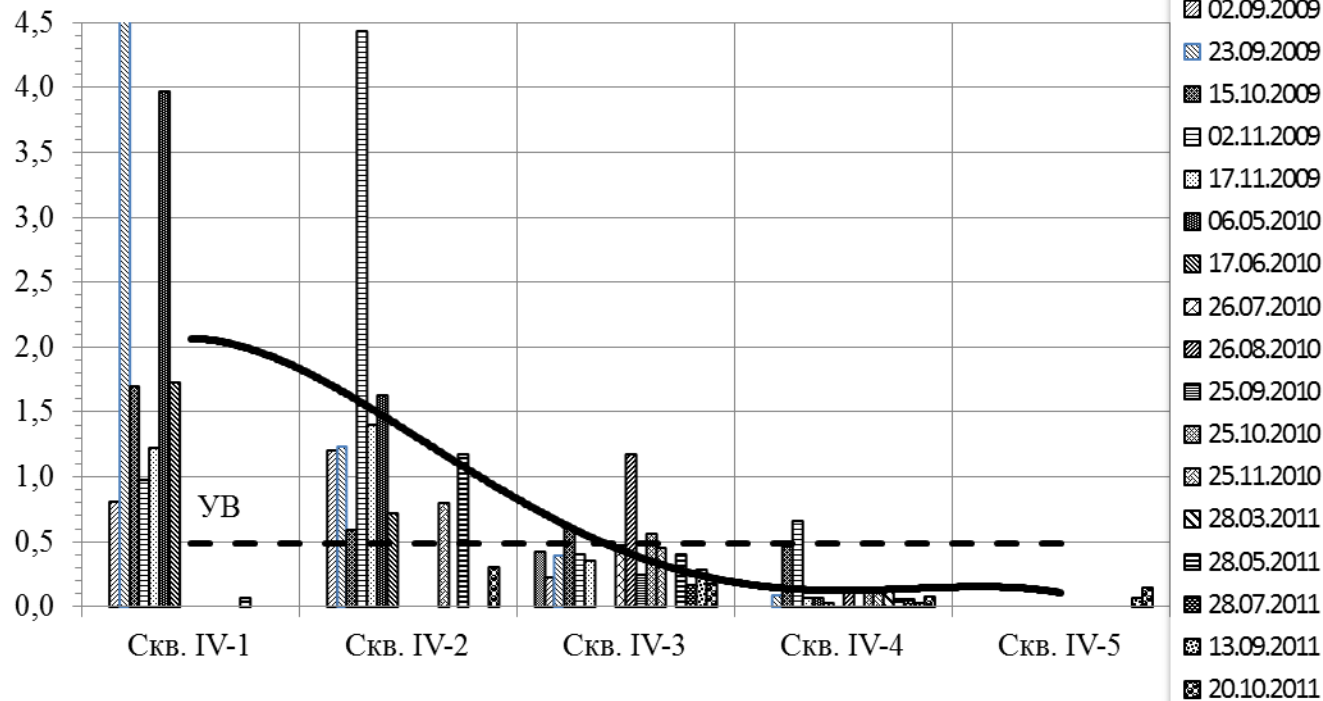
Содержание  $^{226}\text{Ra}$  в грунтовых водах (профиль III)



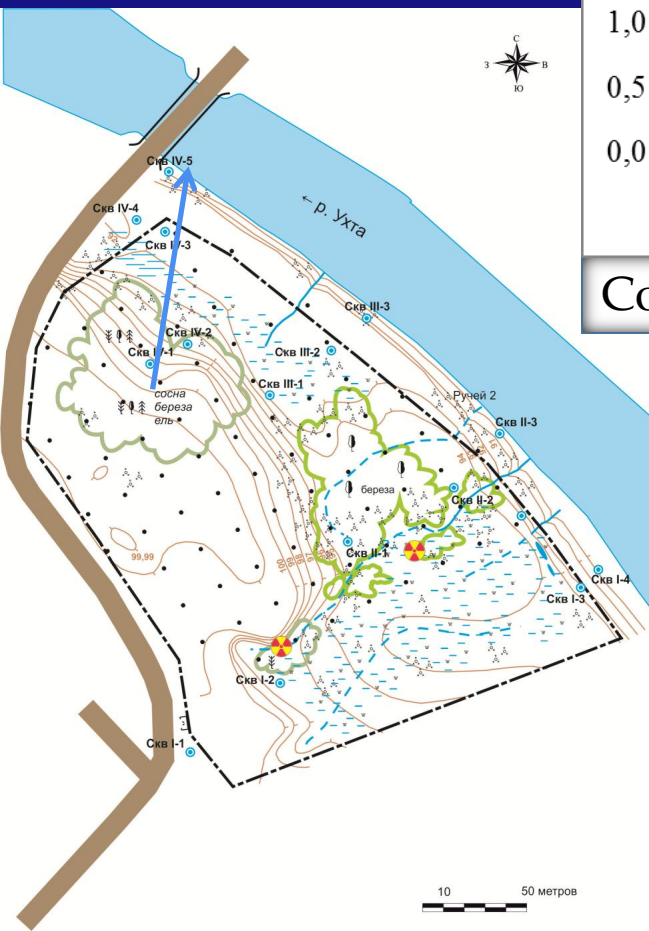
- 14.08.2009
- ▨ 02.09.2009
- ▩ 23.09.2009
- ▧ 15.10.2009
- ▦ 02.11.2009
- ▥ 17.11.2009
- ▤ 06.05.2010
- ▣ 17.06.2010
- ▢ 26.07.2010
- 26.08.2010
- 25.09.2010
- ▟ 25.10.2010
- ▞ 25.11.2010
- ▝ 28.03.2011
- ▜ 28.05.2011
- ▛ 28.07.2011
- ▚ 13.09.2011
- ▙ 20.10.2011



$A_v^{226}\text{Ra}$ , Бк/кг



Содержание  $^{226}\text{Ra}$  в грунтовых водах (профиль IV)





Лабораторные эксперименты показали, что  $^{226}\text{Ra}$  в радиоактивных отвалах находится, большей частью, в фиксированном состоянии.

В «черных отвалах» на долю прочносвязанных соединений приходится 62-96 % валового содержания радионуклида, в «красных отвалах» – 72-87 %.

На водорастворимую и обменную фракции в обоих типах отвалов приходится < 1 %.



**✓ Установлено, что в формировании многолетней динамики радиационной обстановки на изученном хранилище РАО решающее значение имеет вымывание соединений радия грунтовыми водами из радиоактивных отходов и загрязненного ими грунта.**

**✓ Хранилище РАО в п. Водный Республики Коми представляет собой необорудованное приповерхностное хранилище низкоактивных радиоактивных отходов, находящееся в состоянии, близком к радиационной аварии.**



На основе результатов наших работ Дирекция по ядерной и радиационной безопасности Госкорпорации «Росатом» выбрала концепцию реабилитации объектов бывшего радиевого производства.

ОАО «РАОПРОЕКТ» (г. Санкт-Петербург) разработало под эту концепцию проект перевода необорудованного хранилища РАО в пункт консервации особых отходов.

Для этого по периметру хранилища сооружается противофильтрационный барьер типа «стена в грунте» и верхний защитный экран.



**Благодарю за внимание !**