



Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации
Федеральное агентство по недропользованию

Федеральное государственное унитарное геологическое предприятие
«Гидроспецгеология»

ОПЫТ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ОМСН

А.А. Куваев (ФГУГП «Гидроспецгеология»)

**НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ
НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АТОМНОЙ ОТРАСЛИ»**

30-31 октября 2013г.
Москва



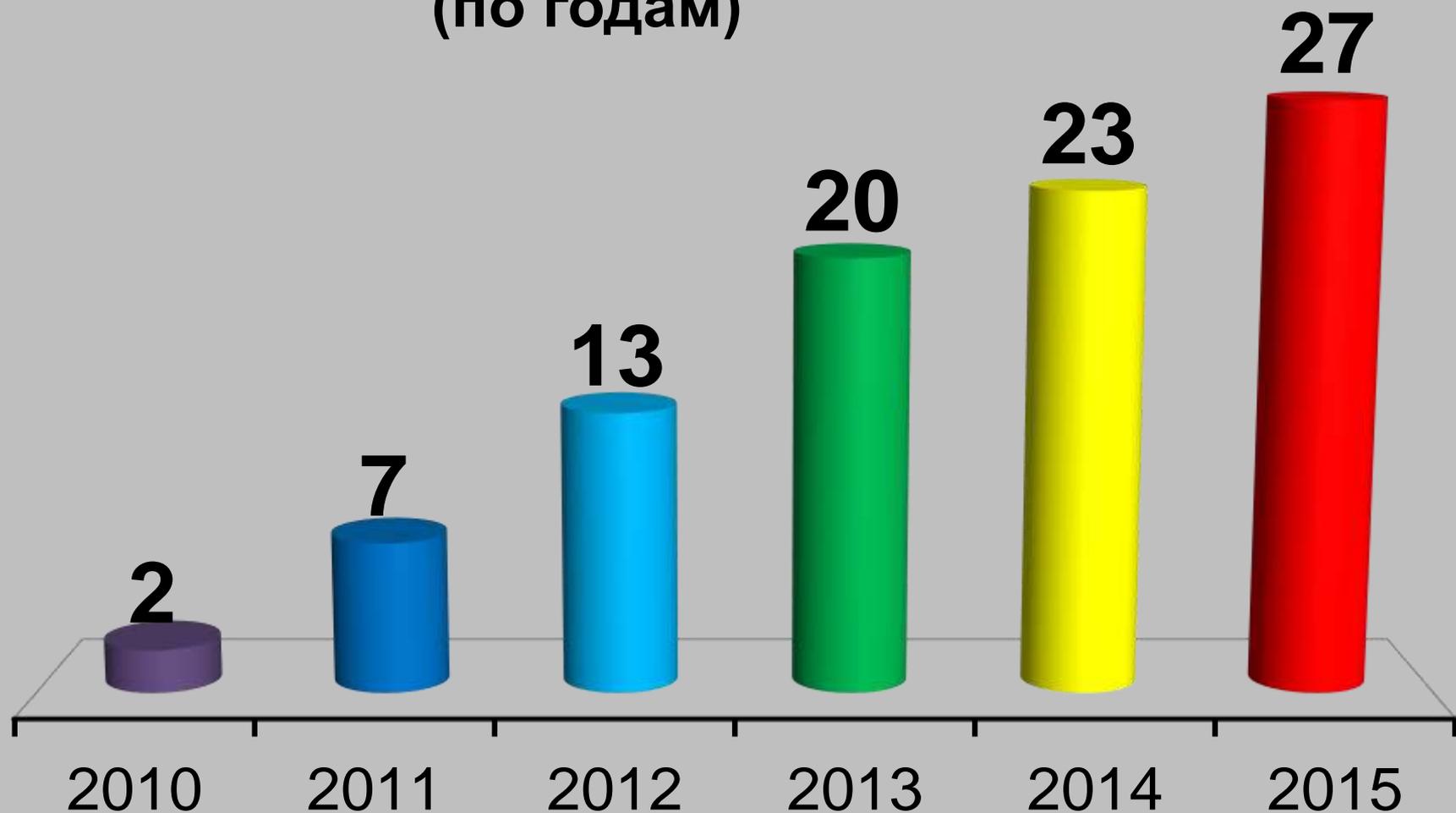
Математическое моделирование-важнейший инструмент исследований

Основные задачи моделирования:

- эпигнозные расчеты;
- прогнозные расчеты;
- оптимизация сети ОМСН;
- обоснование реабилитационных мероприятий.



Количество математических моделей (по годам)





Программные продукты, используемые в работах ФГУГП «Гидроспецгеология»

Программный продукт	Разработчик	Назначение
GEON-3D/ GEON-3DM	ЗАО "Геоспецэкология", аттестационный паспорт НТЦ ЯРБ №294 от 14.04.2011	3D моделирование геофильтрации и геомиграции с учетом плотностных эффектов
PMWIN-8	Simcore Software	3D моделирование геофильтрации и геомиграции с учетом плотностных эффектов с использованием кодов MODFLOW, MT3DMS, FEMWATER, SEAWAT 2000
Argus ONE	Argus Holding Ltd.	
GMS	AQUAVEO Water modeling Solution	



Программные продукты, используемые в работах ФГУГП «Гидроспецгеология» (продолжение)

Программный продукт	Разработчик	Назначение
TOUGH2/ TOUGHREACT1.2	LBNL (USA)	3D моделирование многофазной геофильтрации и геомиграции с учетом плотностных эффектов и химических реакций
ANSDIMAT	ИГЭ РАН	Обработка и интерпретация данных ОФР
HYDRUS	Jirka Simunek Miroslav Sejna Rien van Genuchten	3D моделирование геофильтрации и геомиграции в насыщенной и ненасыщенной зоне



Концептуальная гидрогеологическая модель (Калининская АЭС)

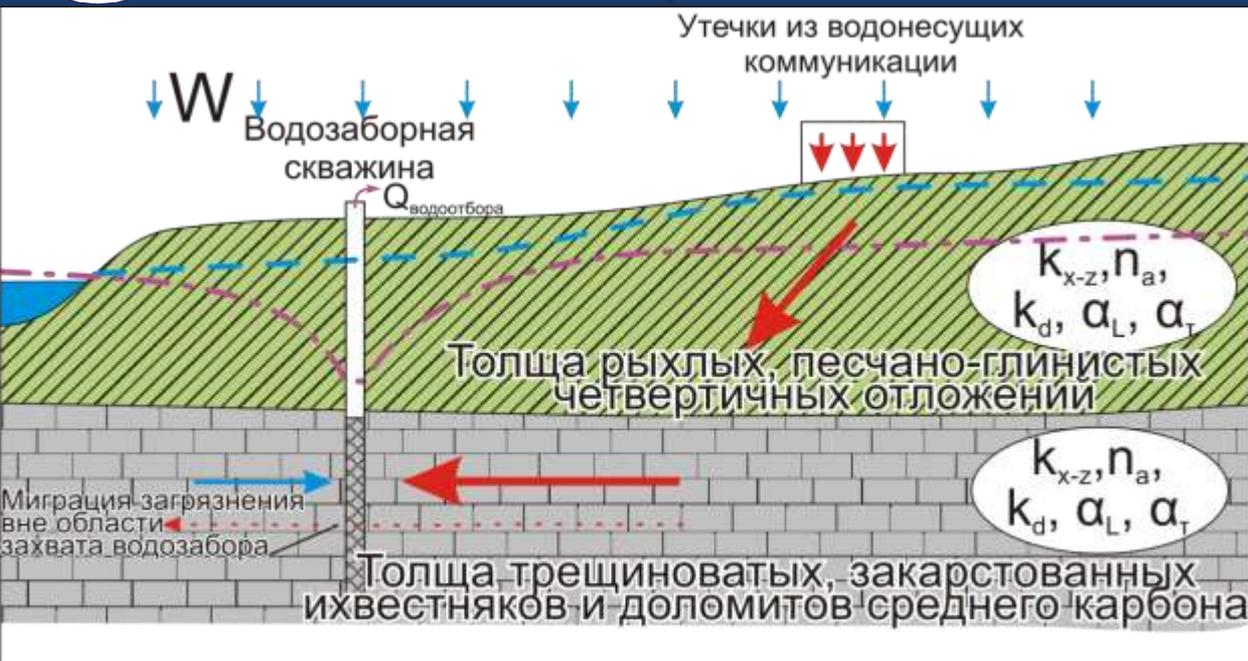
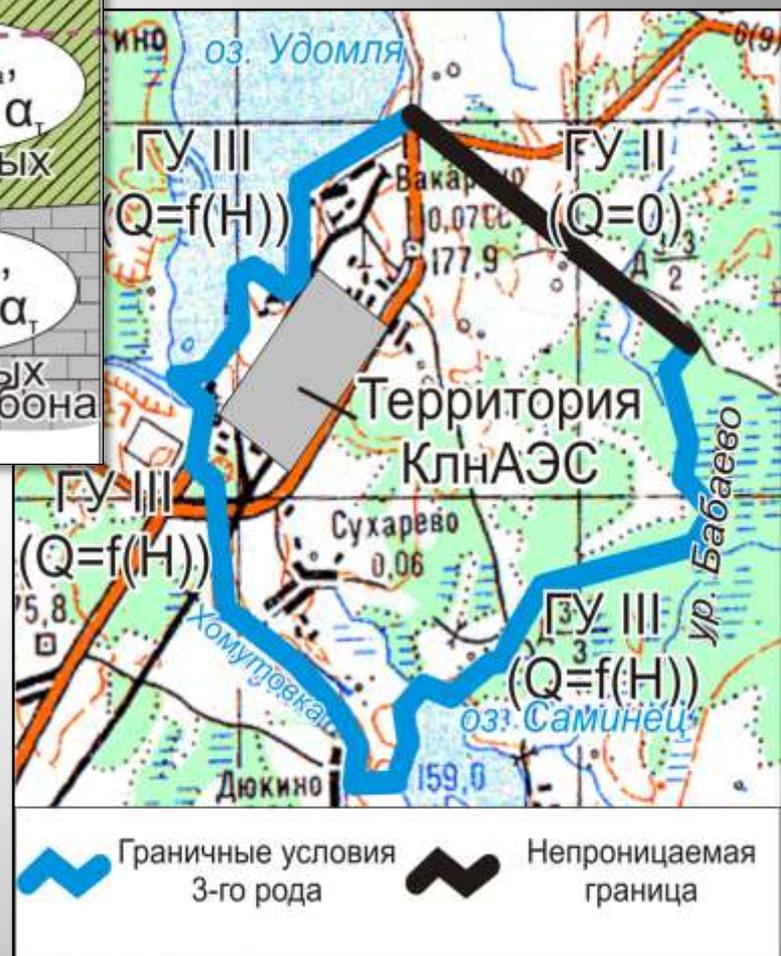


Схема формирования геофильтрационного и геомиграционного потоков на участке Калининской АЭС

Схема граничных условий геофильтрационного потока



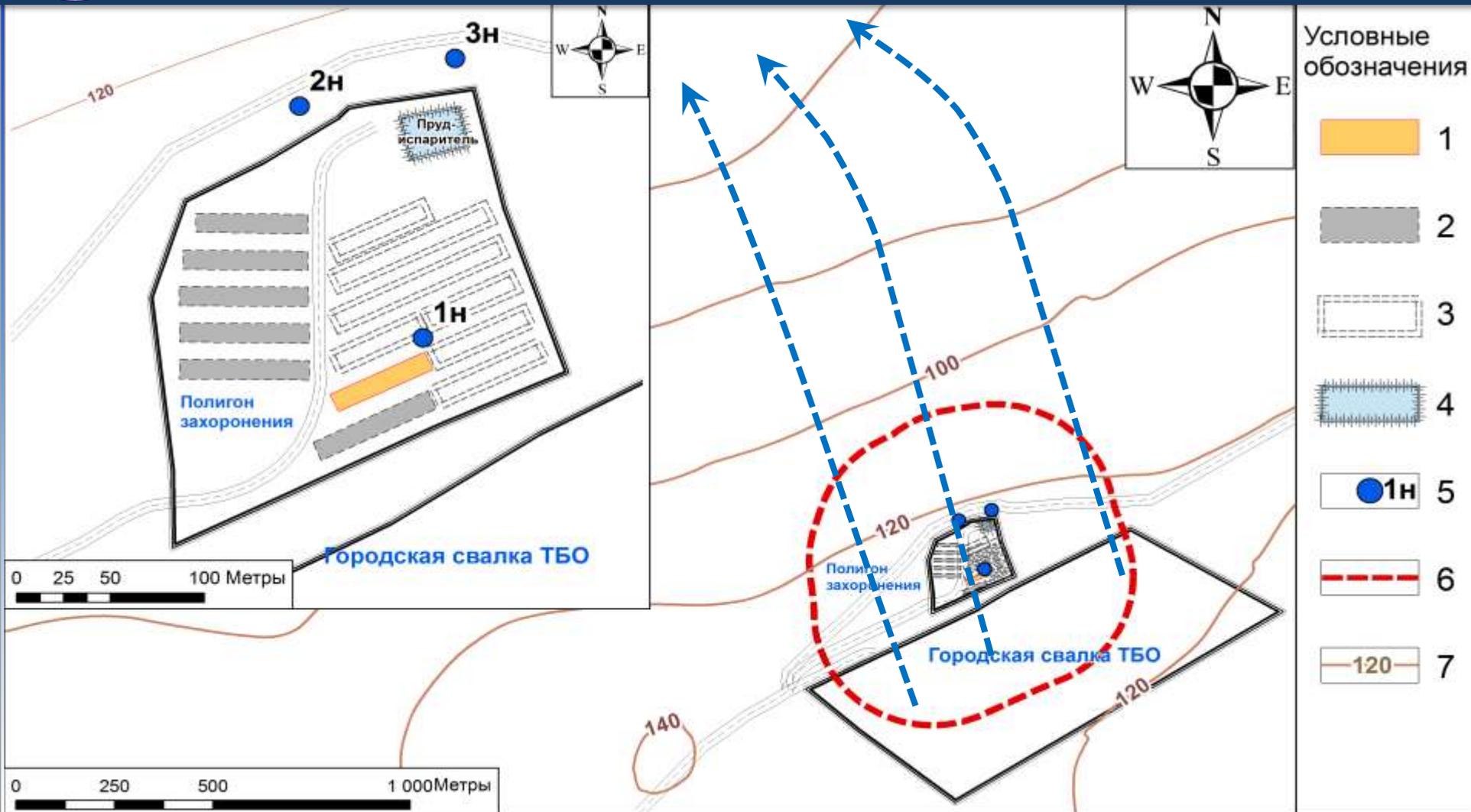


Разведочная гидрогеологическая модель

- Для некоторых объектов информация, содержащаяся в базе данных ОМСН, нередко оказывается недостаточной для разработки достоверной математической модели.
- В такой ситуации с использованием разведочных модельных расчетов дается предварительная оценка ореолов загрязнения и обоснование необходимых полевых работ (опробований и наблюдений).



Гидрогеологические условия полигона захоронения бериллийсодержащих отходов ФГУП «Базальт»



1. Действующие карты
2. Законсервированные карты
3. Проектируемые карты
4. Пруд-отстойник

5. Действующая скважина, ее номер
6. Граница СЗЗ
7. Изолинии рельефа, м



Предварительная оценка скорости миграции бериллия в грунтовых водах

$$U_m = \frac{K I}{n_a R} \quad R = 1 + \frac{\rho_n}{n_a} K_d$$

$I = 0.01$

$K = 0.06$ м/сут

$R = 1.3 \times 10^4$

$\rho_n = 1830$ кг/м³

$n_a = 0.15$

$K_d = 1.1$ м³/кг

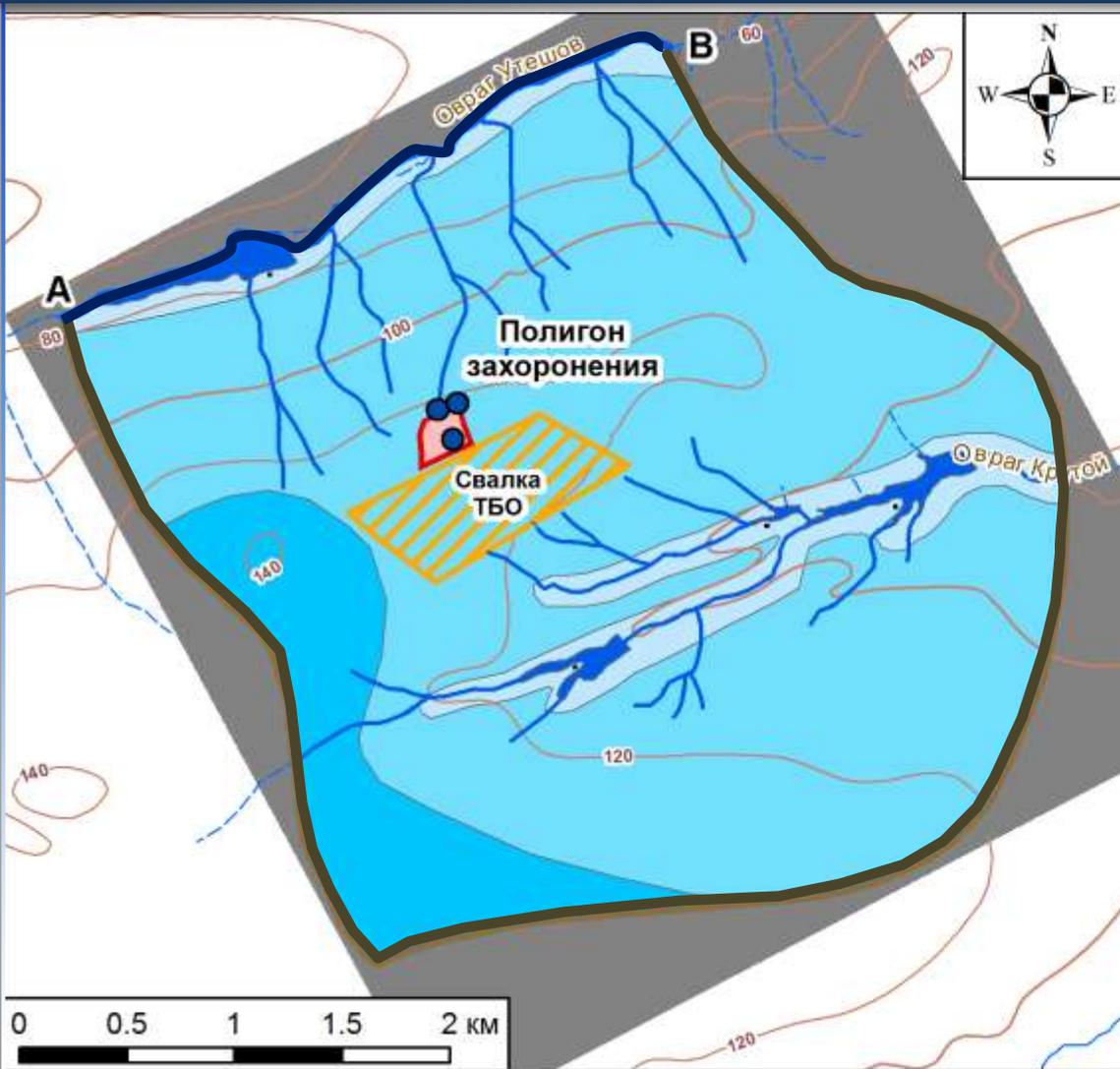
- градиент (уклон) грунтового потока;
- коэффициент фильтрации водоносного горизонта;
- фактор задержки;
- объёмная масса грунта;
- активная пористость водовмещающих отложений;
- коэффициент распределения бериллия в системе «раствор – порода», рассчитанный по данным полевых опробований



**Расчетная скорость миграции бериллия
менее 1 см. за 100 лет**



Геофильтрационная схема разведочной модели



1. Непроницаемые границы
2. Граничные условия III-го рода
3. Неактивные блоки

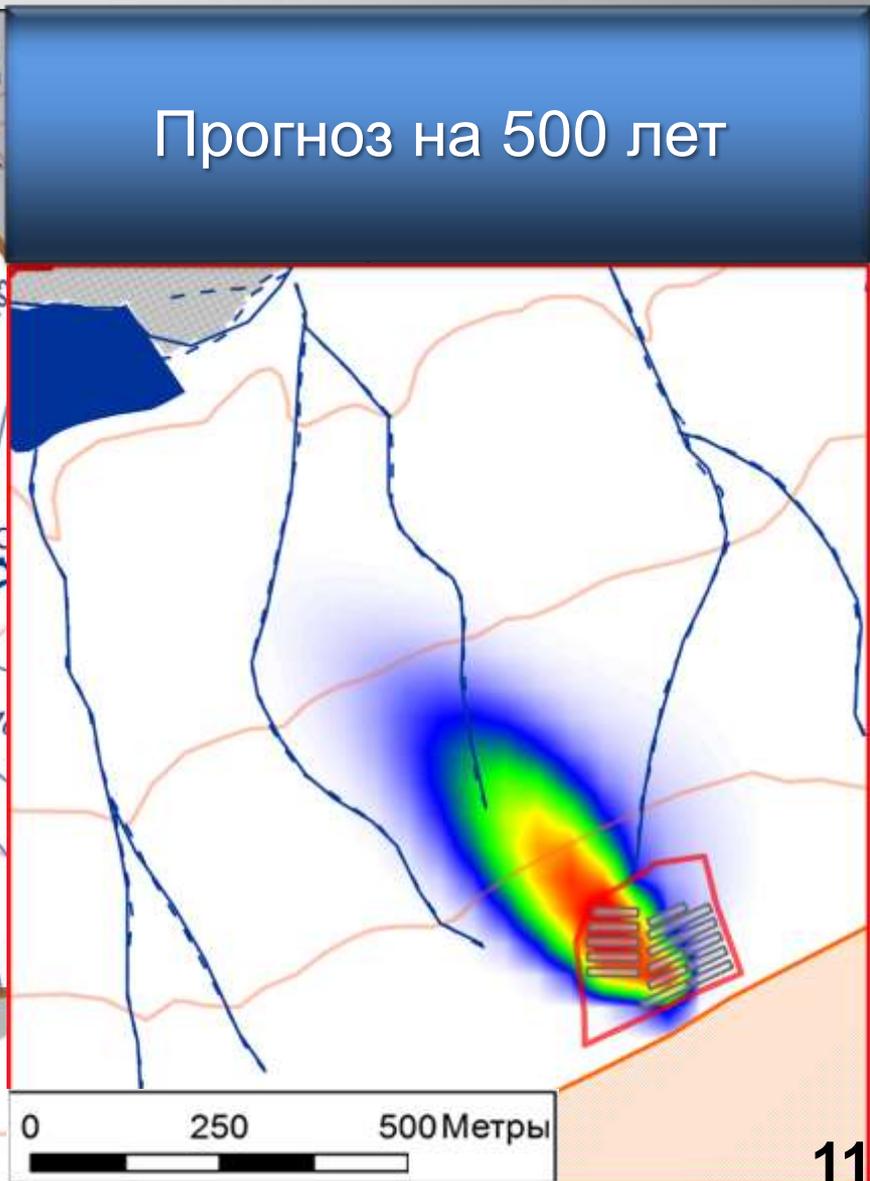
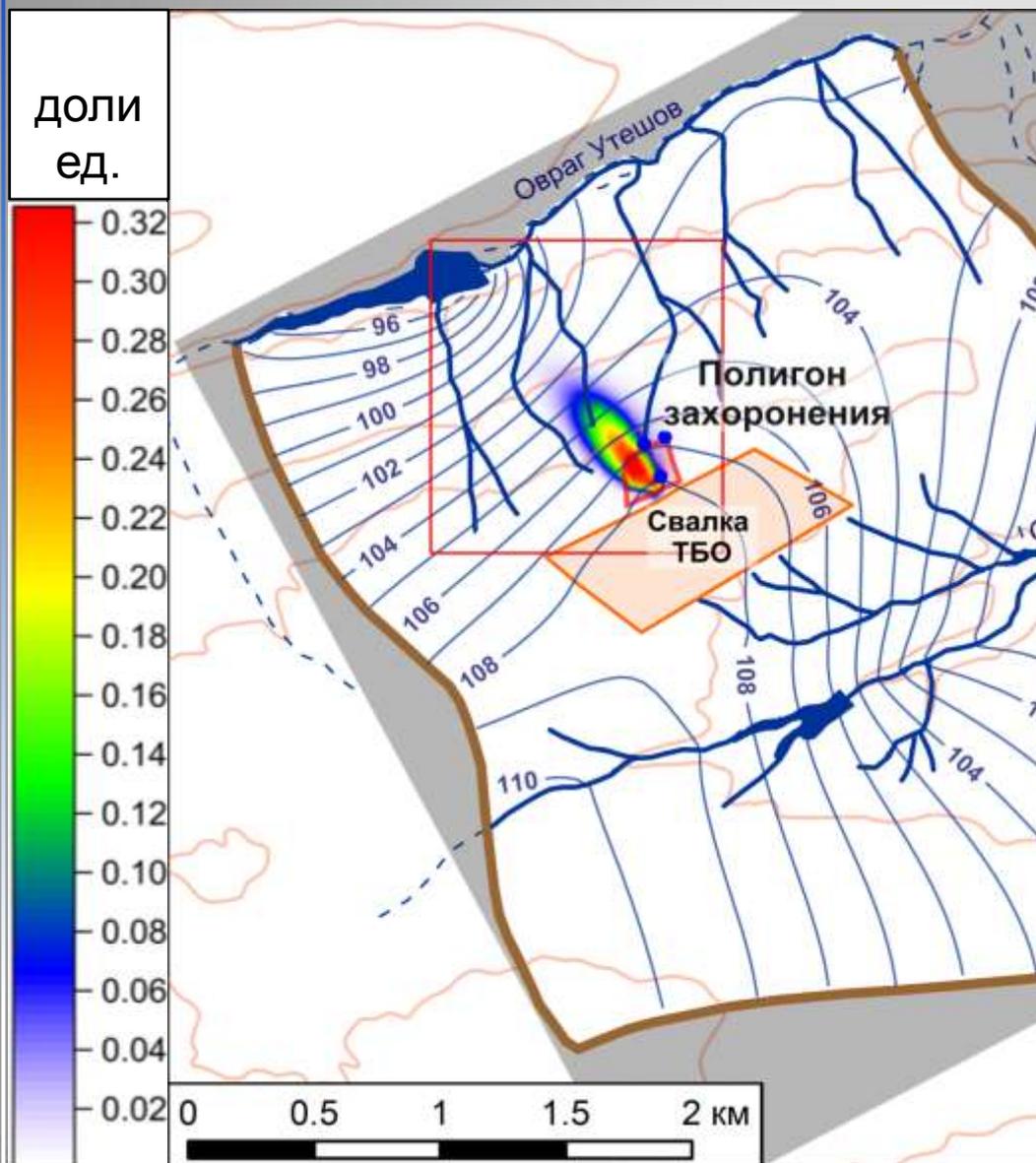
Зоны инфильтрации:

4. Водоразделы
5. Склоны
6. Поймы рек
7. Объекты ФГУП «Базальт»
8. Городская свалка ТБО
9. Наблюдательные скважины





Гипотетический ореол распространения нейтрального мигранта от полигона ФГУП «Базальт»

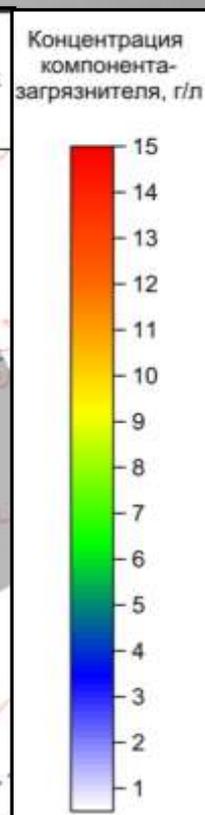
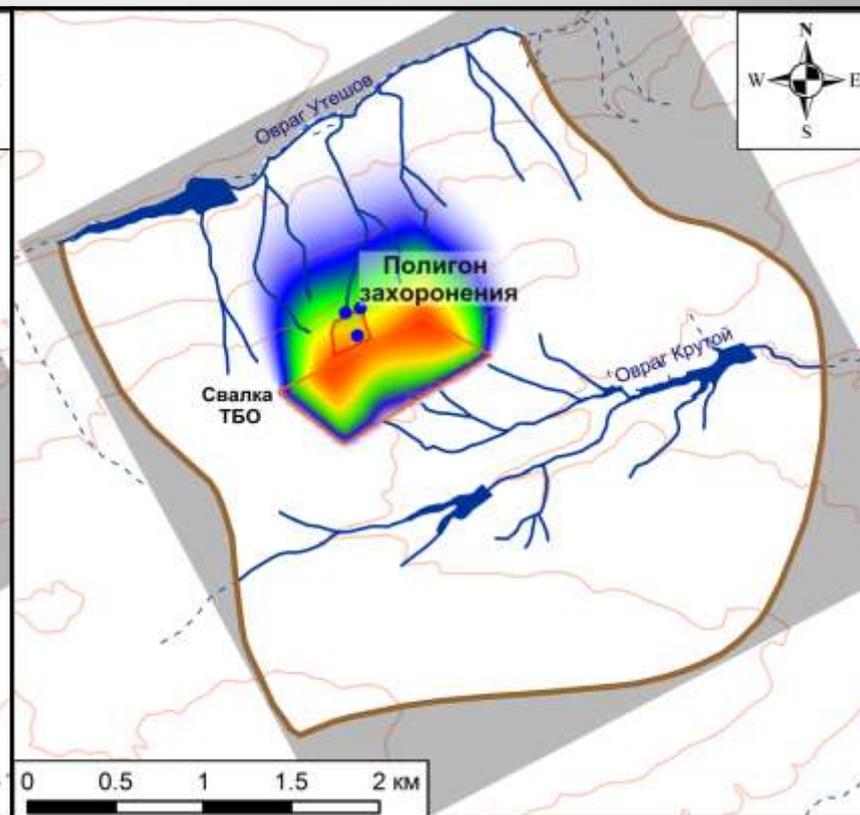
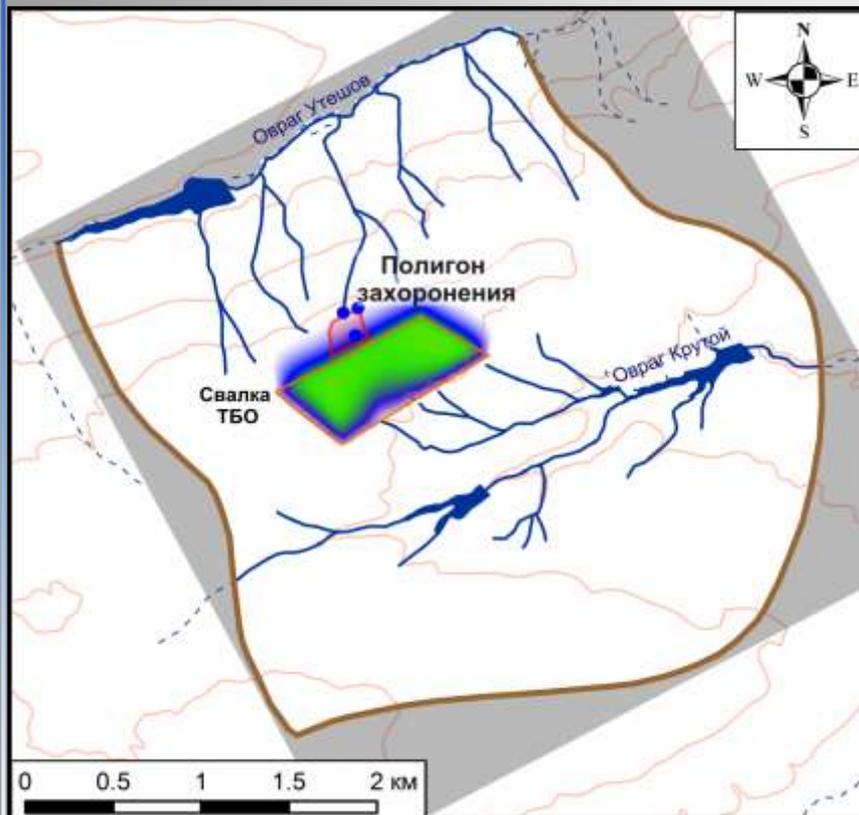




Ореол распространения нейтрального мигранта от городской свалки ТБО

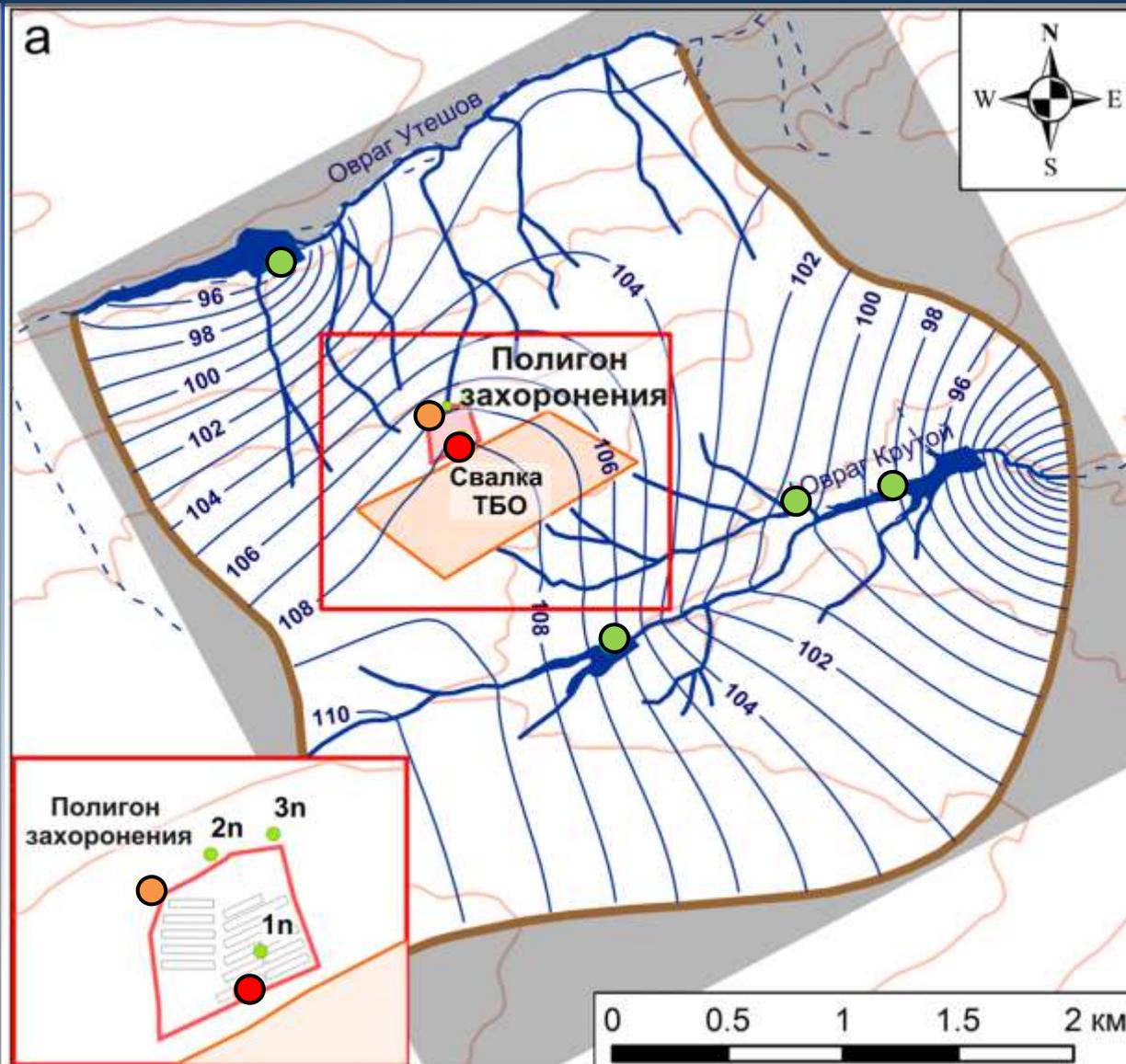
Современный ореол

Прогноз на 500 лет





Рекомендации по развитию системы ОМСН



1. Бурение разведочно-наблюдательной скважины глубиной 50 м (●);
2. Бурение разведочно-наблюдательной скважины глубиной 30 м (●);
3. Установка гидропостов в районе объектов наблюдения (●);
4. Проведение лабораторных исследований K_d бериллия в системе «раствор – порода»;
5. Выполнение высотной привязки устьев скважин;
6. Проведение опытных откачек во всех наблюдательных скважинах.

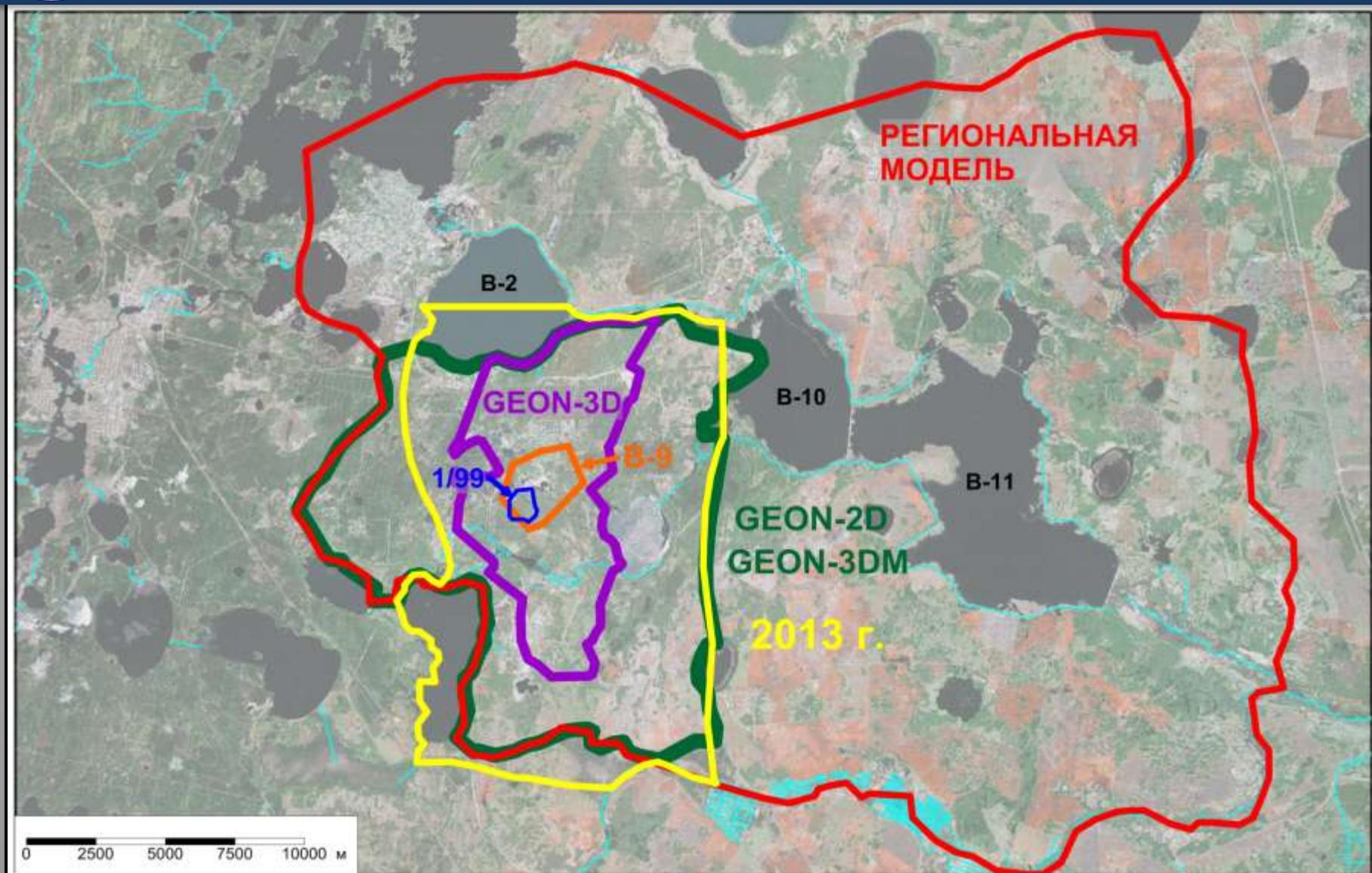


Постоянно действующая гидрогеологическая модель

• Принимая во внимание, что в результате ОМСН постоянно появляется новая информация об объекте, а природно-техногенные условия могут измениться, в ряде случаев представляется целесообразным создание постоянно действующих математических геофильтрационных и геомиграционных моделей участков расположения ЯРОО, регулярно обновляемых на основе данных мониторинга и специальных изысканий, поступающих в базу данных.



Система постоянно действующих моделей ФГУП «ПО МАЯК»



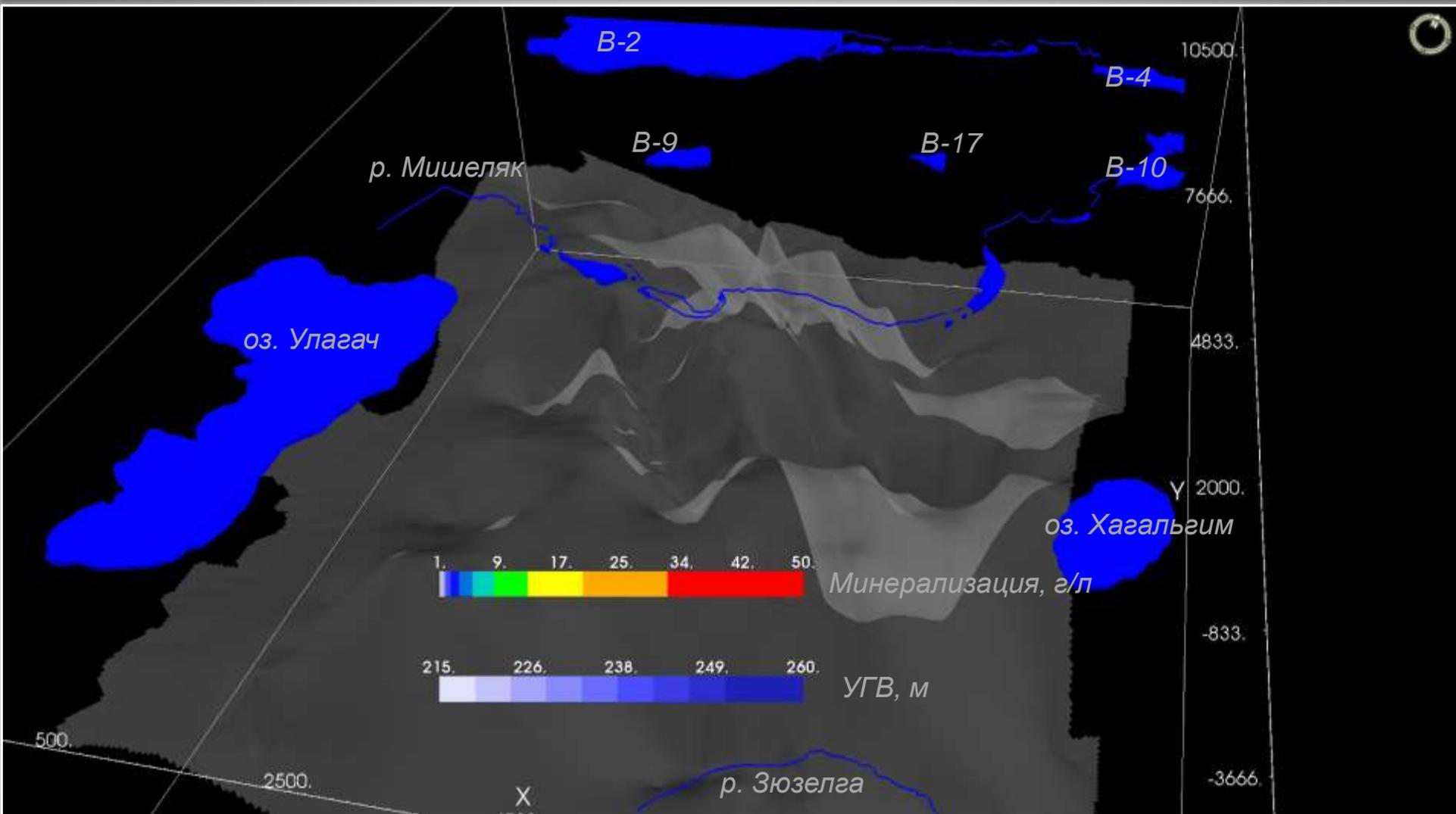


Адаптированная модель участка «Междуречье»

- Плотность рассолов рассматривается как функция общей минерализации $\rho=f(M)$, а не содержания нитрата натрия
- Учитывается закономерное изменение коэффициента фильтрации и активной пористости с глубиной
- Учитывается техногенное питание на территории заводов **ПО «МАЯК»**
- Использован низкодисперсионный алгоритм расчета миграции **TVD-4**



Динамика линзы промышленных рассолов в районе оз. Карачай в 1950 – 2010 г.





ПК «НИМФА» – инновационный программный продукт

Программный продукт	Разработчик	Назначение
<p>НИМФА (стадия доработки и тестирования)</p>	<p>ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» (с привлечением специалистов МГУ им. М.В.Ломоносова ИГЭ РАН)</p>  <p>ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ — 2010 год: 1.1 Тфлопс — 2011 год: 3.1 Тфлопс — 2012 год: 5 Тфлопс</p>	<p>3D моделирование геофильтрации и геомиграции с учетом плотностных эффектов с применением современных высокопараллельных СуперЭВМ</p>



Основные выводы

Математическое моделирование-эффективный инструмент получения количественной информации о характере и степени воздействия объекта на недра.

Важнейшая проблема, которую предстоит решить в ближайшем будущем-увеличение количества расчетных ячеек при повышении скорости счета.

Перспективным направлением развития вычислительных технологий –применение современных высокопараллельных СуперЭВМ



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!