

GROUNDWATER RESOURCES
GOVERNANCE
in TRANSBOUNDARY AQUIFERS
(GGRETA Project)



Case study: The Pretashkent Aquifer in Central Asia:
Kazakhstan, Uzbekistan

Математическая имитационная модель как основа управления Приташкентским ТГВГ

О. Подольный

Региональный координатор по моделированию Приташкентского ТГВГ в Казахстане и Узбекистане

В. Рахимова

Национальный эксперт от Казахстана по моделированию Приташкентского ТГВГ



unesco

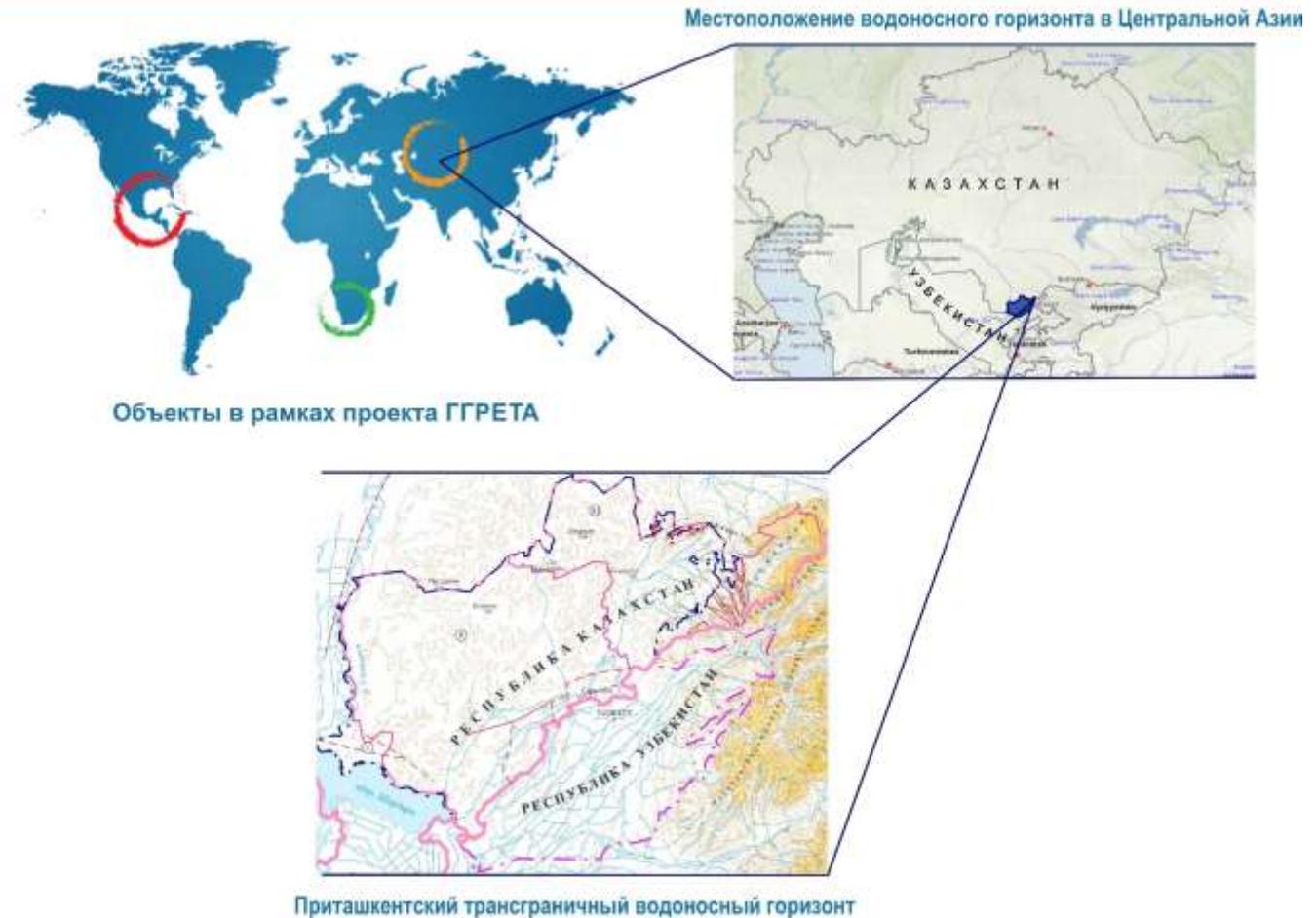


Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Agency for Development
and Cooperation SDC

Выявлено две основные трансграничные проблемы собственно Приташкентского ТГВГ, связанные со снижением уровня подземных вод при водоотборе:

1. Истощение запасов подземных вод Приташкентского ТГВГ;
2. Потенциальное ухудшение качества подземных вод Приташкентского ТГВГ.



Основные выводы и рекомендации Фазы 1 проекта GGRETA

Для эффективного управления трансграничными ресурсами подземных вод Приташкентского ТГВГ необходимо:

1. Развивать потенциал международного сотрудничества по совместному управлению ресурсами подземных вод водоносного горизонта, обмену данными гидрогеологического мониторинга водоносного горизонта.
2. Основой совместного (Казахстан – Узбекистан) управления ресурсами подземных вод Приташкентского ТГВГ должно быть создание и эксплуатация математической имитационной модели водоносного горизонта.
3. Разработать единую стратегию управления риском деградации Приташкентского ТГВГ (Казахстан-Узбекистан) с учетом факторов давления.



unesco



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Agency for Development
and Cooperation SDC

Фаза 3 проекта GGRETA

- 1. Составление, корректировка и гармонизация картографических материалов**
- 2. Гармонизация Баз Данных**
- 3. Концептуальная численная модель**
- 4. Стационарная калибровка модели**
- 5. Нестационарная калибровка модели**
- 6. Разработка прогнозных сценариев**
- 7. Прогнозное моделирование**
- 8. Выводы и рекомендации**



Седьмое заседание Межведомственного координационного совета по Национальному диалогу о водной политике в Республике Казахстан ,14 декабря 2022 года, г. Астана

Гидрогеологическая карта



Карта кровли ТГВГ



Карта мощности



Карта подошвы ТГВГ



Карта водопроницаемости



Гидрогеологический разрез V-V



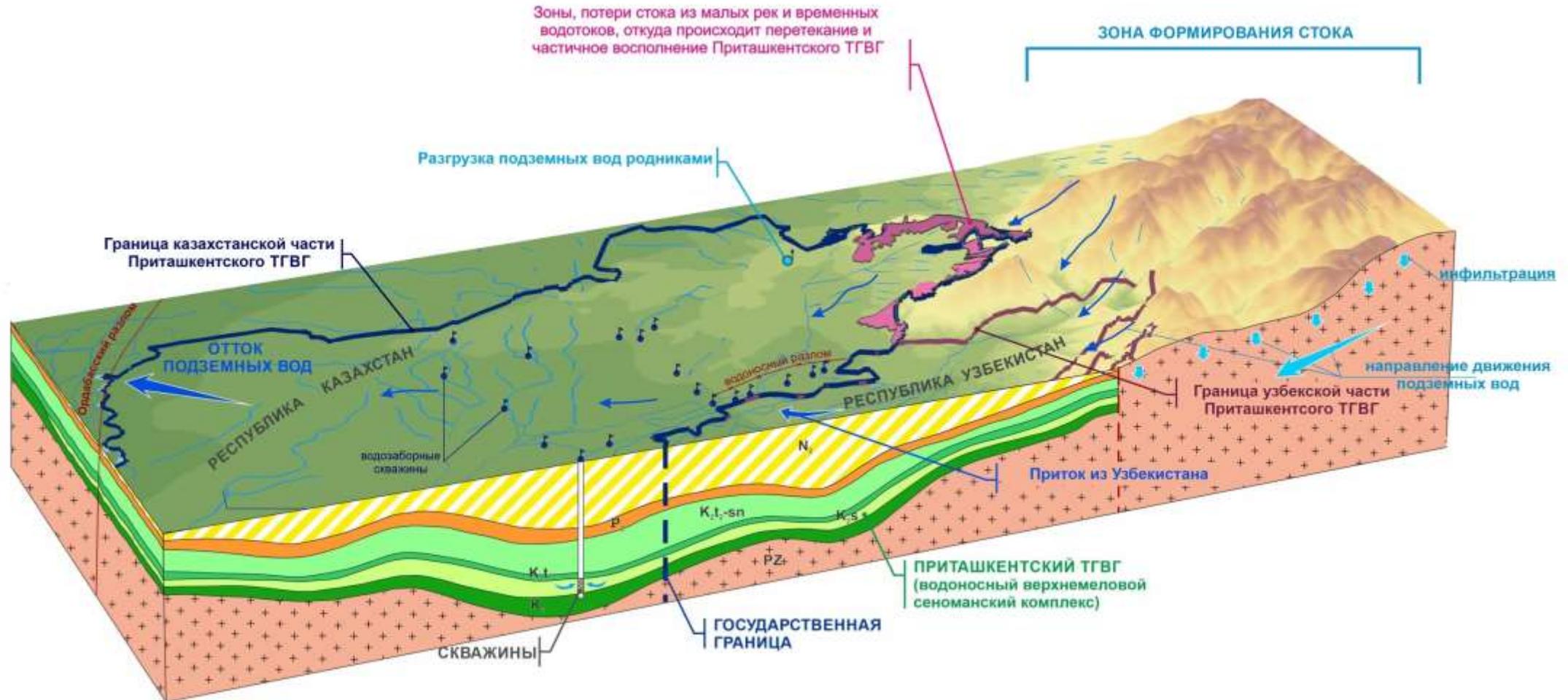
unesco



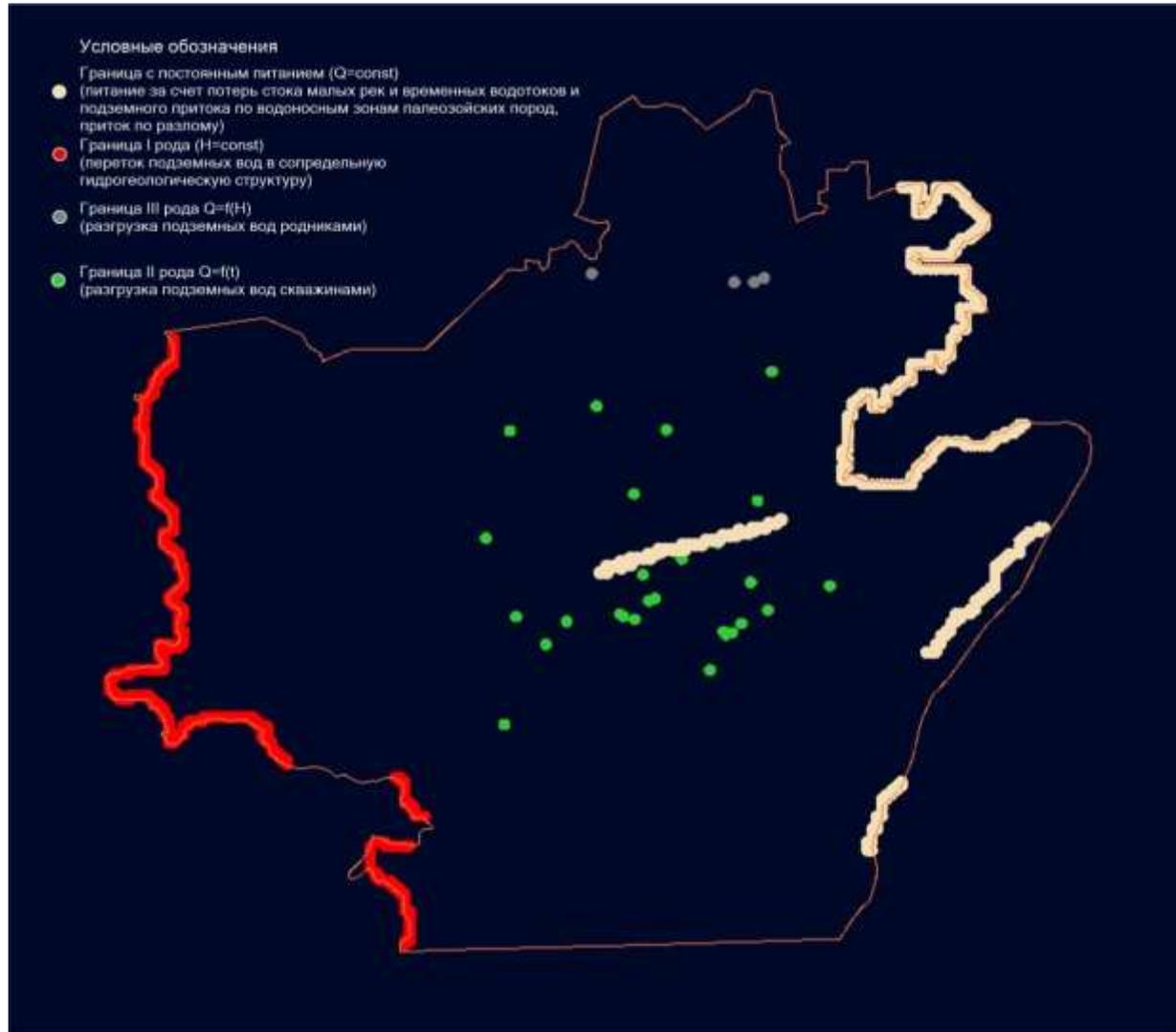
Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Agency for Development
and Cooperation SDC

Концептуальная модель Приташкентского ТГВГ



Концептуальная численная модель



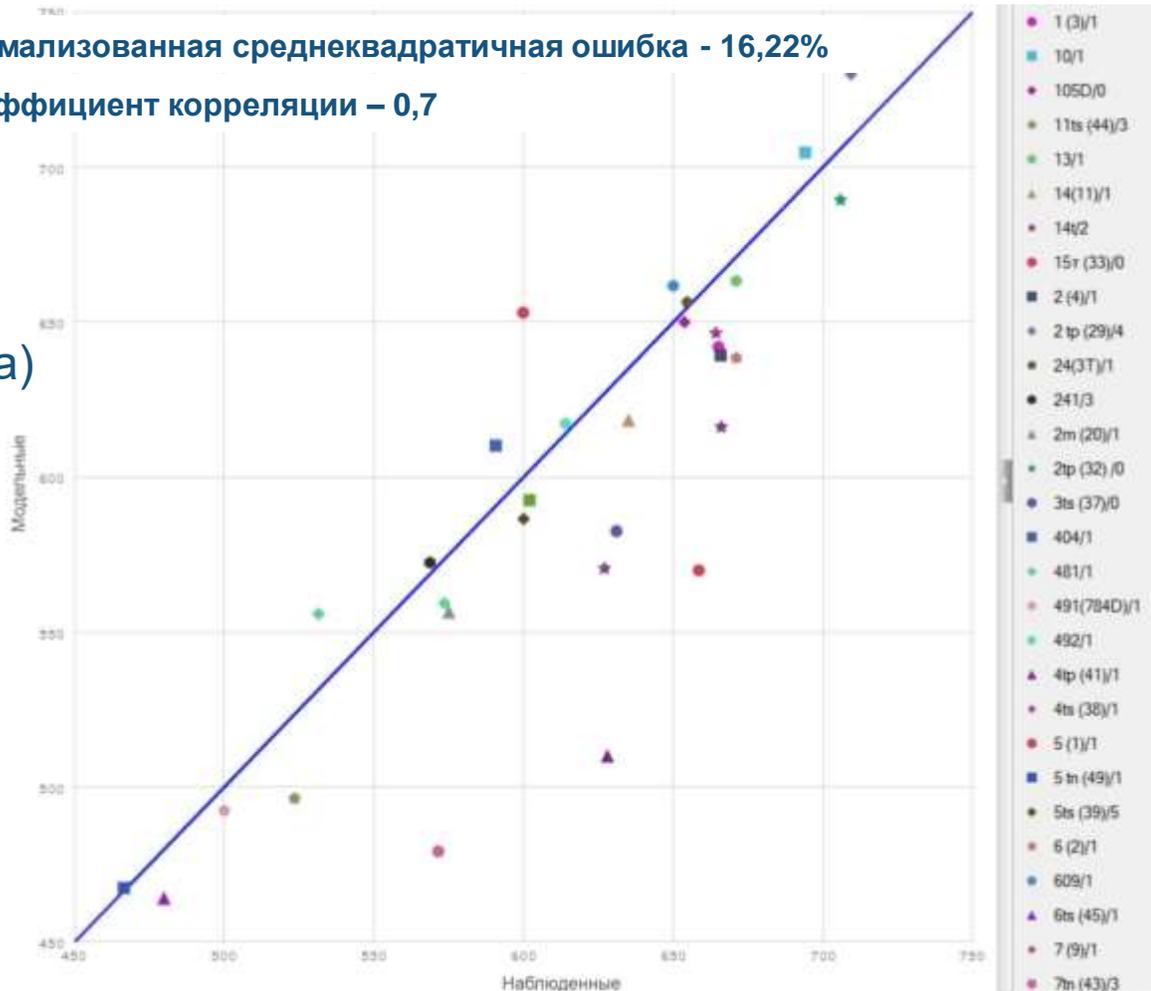
Граничные условия

Седьмое заседание Межведомственного координационного совета по Национальному диалогу о водной политике в Республике Казахстан ,14 декабря 2022 года, г. Астана

Нормализованная среднеквадратичная ошибка - 16,22%

Коэффициент корреляции – 0,7

(а)



Нормализованная среднеквадратичная ошибка – 13,01%

Коэффициент корреляции – 0,89

(б)



График сходимости модельных и наблюдаемых напоров подземных вод Приташкентского ТГВГ до (а) и после (б) стационарной калибровки



unesco

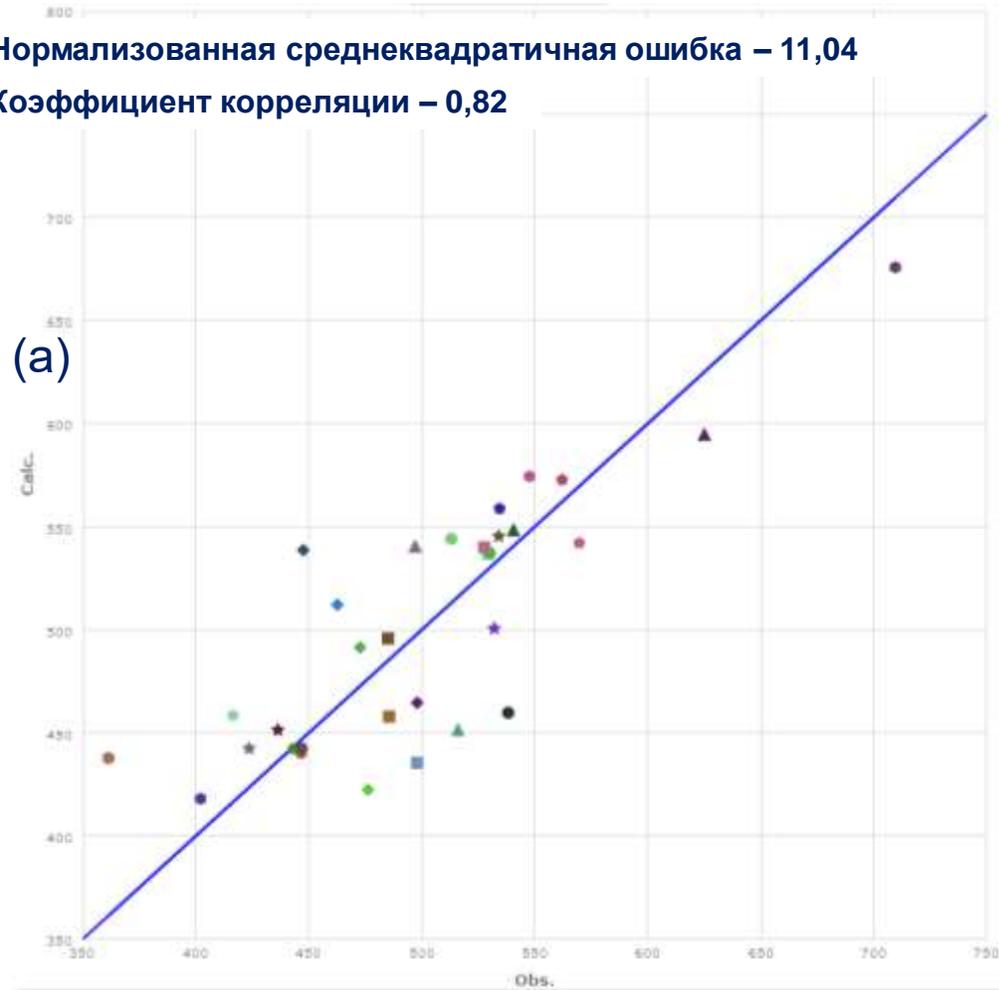


Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Agency for Development
and Cooperation SDC

Седьмое заседание Межведомственного координационного совета по Национальному диалогу о водной политике в Республике Казахстан ,14 декабря 2022 года, г. Астана

Нормализованная среднеквадратичная ошибка – 11,04
Коэффициент корреляции – 0,82



Нормализованная среднеквадратичная ошибка – 8,69
Коэффициент корреляции – 0,92

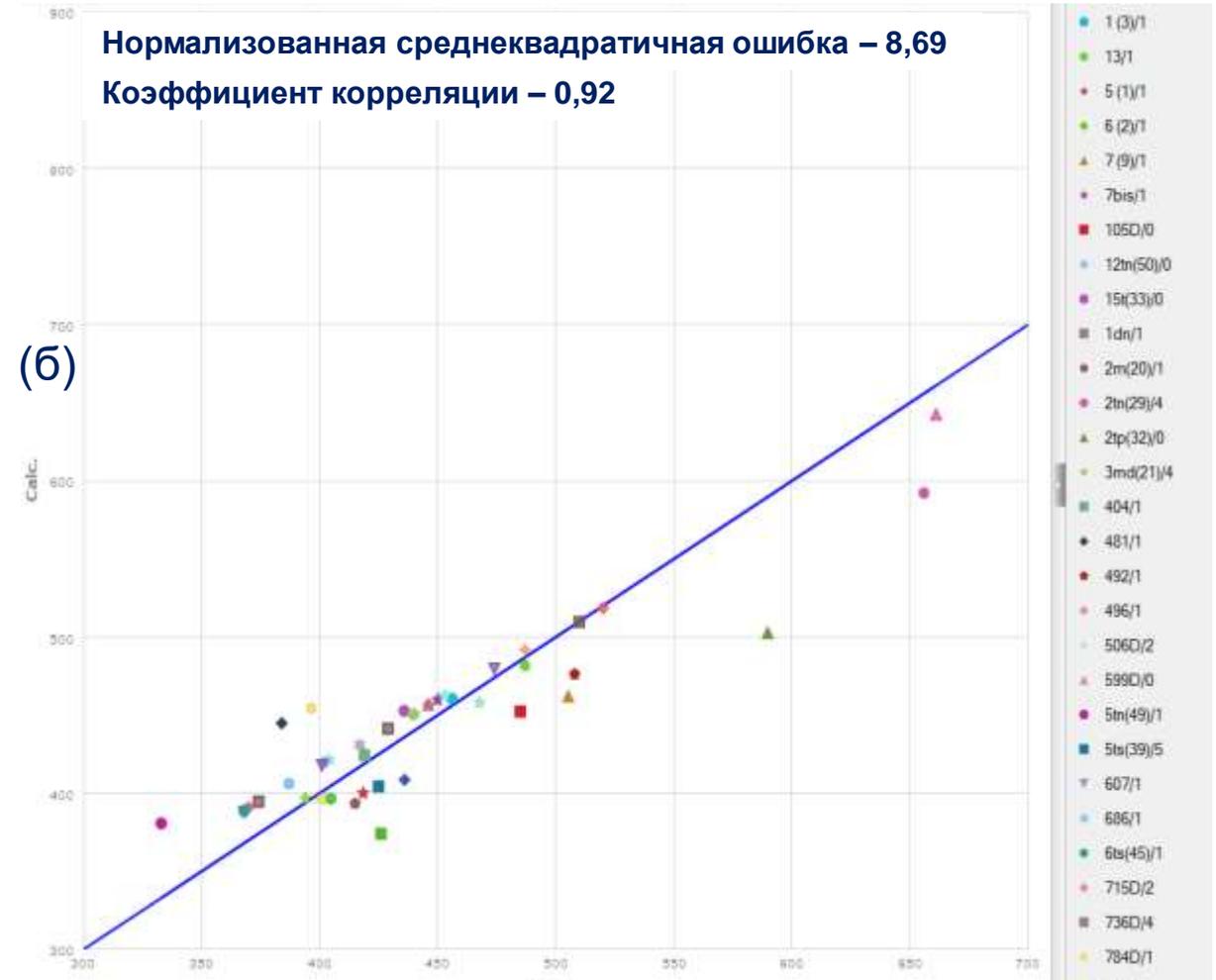
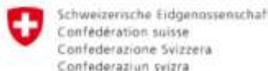


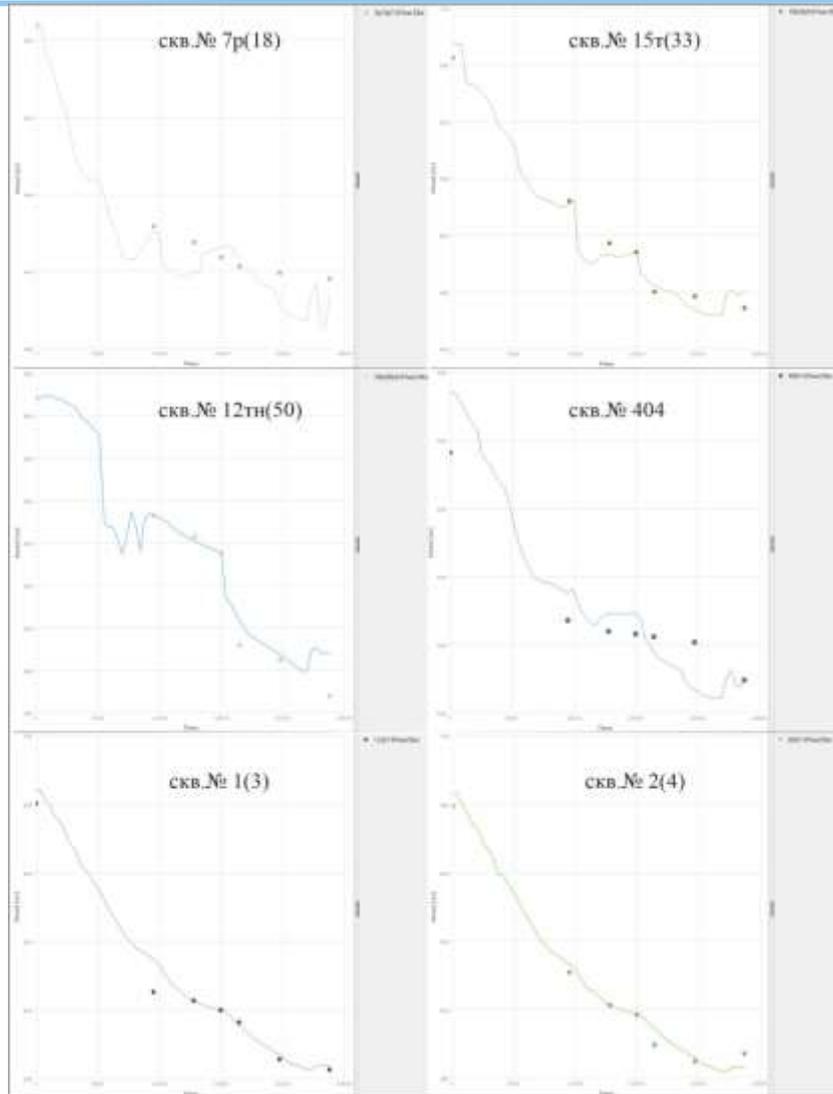
График сходимости модельных и наблюдаемых напоров подземных вод Приташкентского ТГВГ при нестационарной калибровке на 1981 г. (а) и на 2020 г. (б)



unesco



Swiss Agency for Development and Cooperation SDC



Нестационарная калибровка

**Графики хода напора подземных вод
в скважинах Приташкентского ТГВГ
за период 1955-2020 гг по
результатам решения
нестационарной задачи**

(точки на графике - наблюдаемый напор)

Нестационарная калибровка

ПРИХОД	1981		2020	
	м ³ /сутки	л/с	м ³ /сутки	л/с
Питание по границе	7197,7	83,3	7197,7	83,3
Питание по разлому	756,9	8,8	756,9	8,8
Запасы	9489,6	109,8	3937,6	45,6
Всего	17444,2	201,9	11892,2	137,6
РАСХОД	м ³ /сутки	л/с	м ³ /сутки	л/с
Водоотбор из скважин	9953,3	115,2	7331,1	84,9
Подземный сток в сопредельную гидрогеологическую структуру	6345,1	73,4	4597,7	53,2
Родниковый сток	1237,5	14,3	159,1	1,8
Запасы	57,6	0,7	607,6	7,0
Всего	17593,5	203,6	12695,5	146,9
Невязка баланса	-149,3	-1,7	-803,3	-9,3

Баланс подземных вод Приташкентского ТГВГ на 1981 и 2020 гг. по результатам нестационарной калибровки



unesco



Коэффициент корреляции – 0,92

Седьмое заседание Межведомственного координационного совета по Национальному диалогу о водной политике в Республике Казахстан ,14 декабря 2022 года, г. Астана

№ скважины	1(3)	2(4)	7бис	7(9)	8бис	13	13сз
Год	Первоначальный пьезометрический уровень, м						
	+195	+195,7		+170,5	+191	+167,8	
1997	+48,5	+49,2	+45,3	+8,7	45,9	+13,9	+103,4
1998	+45,8	+49,8	+42	+8,3	+47,6	+13,0	+105,95
1999	+44,2	+43,6	+35,7	+7,3	-5,6	+8,9	+106,4
2000	+43,5	+46,8	+29,1	+5,9	-5,8	+7,5	+103,4
2001	+41,0	+47,5	+28,6	+4,3	-7,5	+6,9	+102,6
2002	+44,1	+44,99	+23,4	+2,9	-7,3	+1,8	+101,4
2003	+13,7	+13,9	+15,3	-1,3	-6,9	-2,9	+102,8
2004	+12,5	+13,0	+14,8	-2,8	-8,2	-3,9	+103,8
2005	+8,9	+8,9	-4,6	-4,9	-8,3	-4,0	+100,0
2006	+7,4	+7,5	-3,9	-9,6	-8,5	-4,6	+98,7
2007	+6,8	+6,9	-4,1	-9,2	-7,9	-6,3	+87,1
2008	+1,6	+1,8	-4,9	-8,9	-11,3	-5,9	+46,2
2009	-2,7	-2,9	-5,6	-7,5	-10,4	-6,9	+43,5
2010	-3,8	-3,9	-6,1	-8,3	-14,9	-8,4	+31,6
2011	-4,6	-4,9	-4,8	-8,6	-17,2	-9,3	+27,2
2012	-6,7	-6,9	-4,7	-7,1	-20,3	-11,4	+22,3
2013	-8,6	-8,9	-5,3	-6,9	-24,5	-8,8	+12,1
2014	-9,9	-10,6	-5,6	-5,9	-26,1	-9,7	+8,4
2015	-9,1	-9,4	-4,9	-6,1	-28,9	-11,3	+4,5
2016	-9,5	-10,6	-4,6	-5,7	-30,4	-10,9	+1,5
2017	-11,0	-11,4	-4,3	-5,3	-31,3	-14,3	-2,1
2018	-10,1	-10,9	-4,57	-4,85	-33,4	-15,2	-4,8
2019	-11,0	-11,0	-4,9	-5,0	-32,8	-17	-11,3
2020	-11,2	-11,2	-5,1	-5,2	-33,7	-18,4	-18,2
	Перевод скважин на насосную эксплуатацию						
	Модельное положение пьезометрического уровня ниже поверхности земли						
	Совпадение наблюдаемого и модельного уровня ниже поверхности земли						

Нестационарная калибровка

Пьезометрический напор в скважинах Узбекистана за 1997-2021 гг, м



unesco



Коэффициент корреляции – 0,92



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Agency for Development
and Cooperation SDC

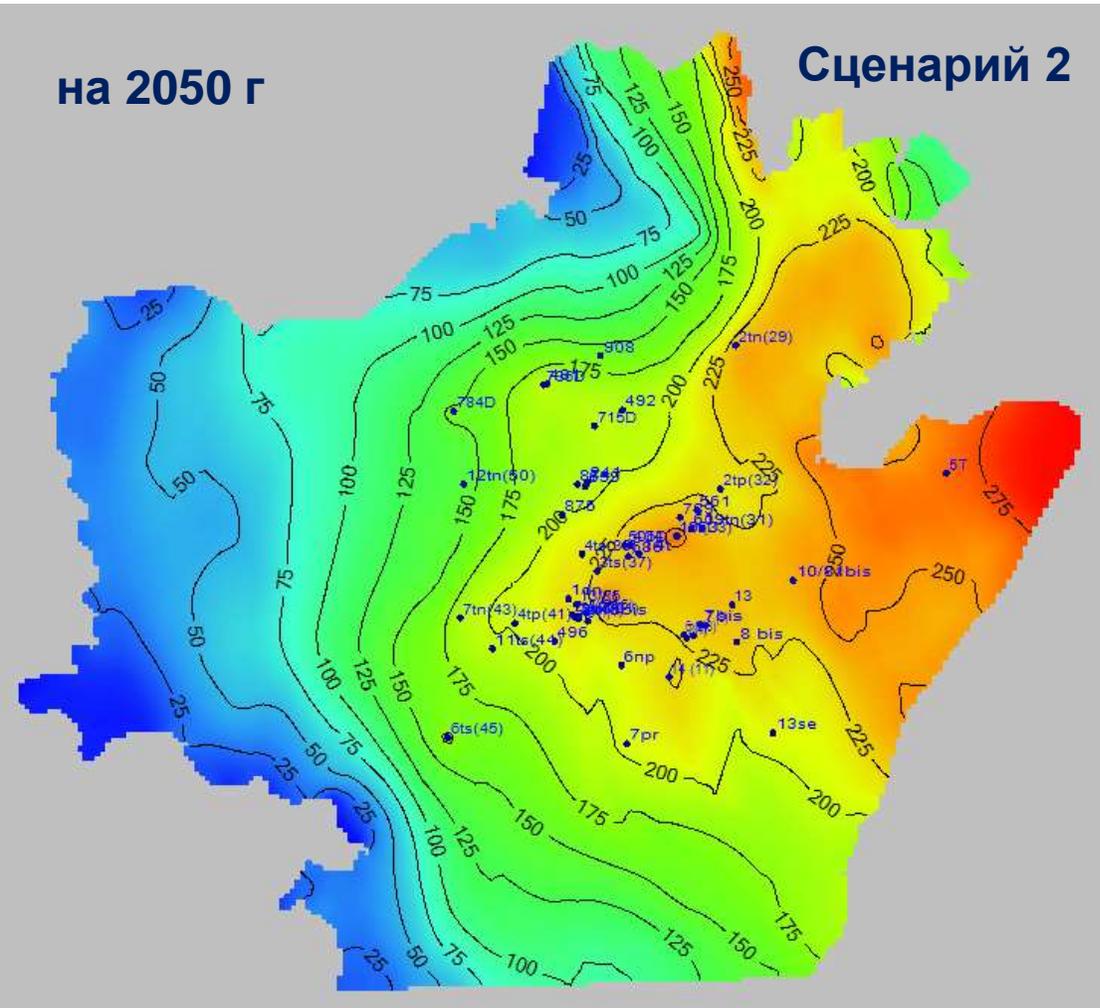
Прогнозные сценарии

Количество скважин	Сценарий 1 (расходы скважин на 2020)		Сценарий 2 (максимально достигнутый расход скважин)		Сценарий 3 (эксплуатационные запасы по скважинам)	
	л/с	м ³ /сутки	л/с	м ³ /сутки	л/с	м ³ /сутки
Республика Узбекистан						
14	18.66	1612.23	43.49	3757.54	32.7	3539,48
Республика Казахстан						
36	84.58	7307.76	316.74	27366.34	98.7	8527.6
Сумма по горизонту	103.24	8919.99	360.23	27723.88	131.4	1206.08

Карта прогнозных понижений пьезометрической поверхности Приташкентского ТГВГ

на 2050 г

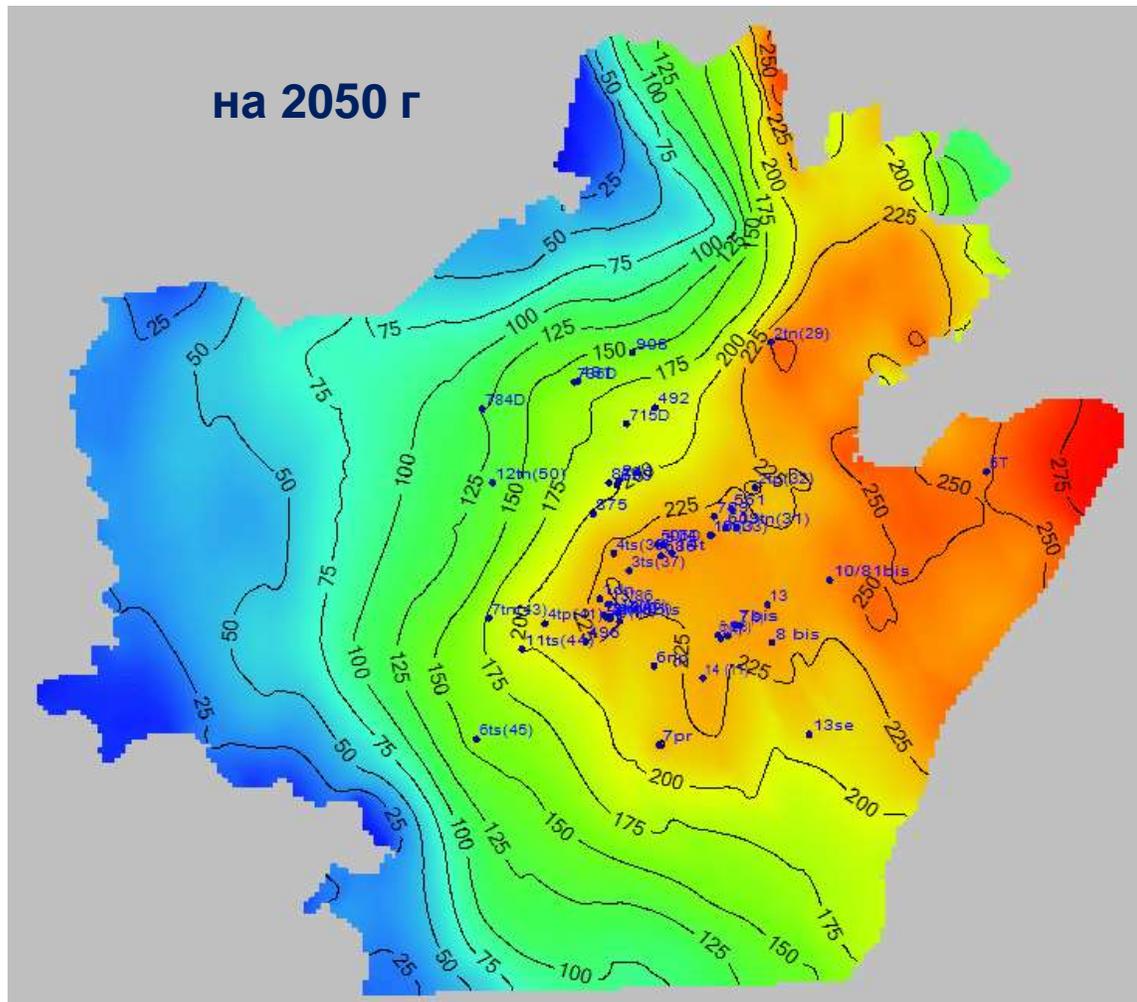
Сценарий 2



№ скважины	Год снижения напора ниже допустимого уровня
Республика Узбекистан	
5(1)	2021
5т	2025
1(3)	2026
2(4)	2024
6(2)	2027
6пр	2028
7бис	2028
8бис	2028
10/81	2028
13	2026

Республика Казахстан		Республика Казахстан	
1дн	2021	14т	2021
3тс(37)	2021	105Д	2021
4тп(41)	2021	241	2023
1р(16)	2022	404	2025
2тп(20)	2021	492	2026
2тп(32)	2026	496	2021
3мд(21)	2021	506	2022
3мд/бис	2021	0521	2023
4тс(38)	2021	0659	2023
7р(18)	2021	0686	2023
11тс(44)	2028	715Д	2024
12тн(50)	2023	789	2024
13/86	2021	875	2023
13тн(31)	2023	908	2024

Карта прогнозных понижений пьезометрической поверхности Приташкентского ТГВГ



Сценарий 3

№ скважины	Год снижения напора ниже допустимого уровня
<i>Республика Узбекистан</i>	
5(1)	2021
5т	2028

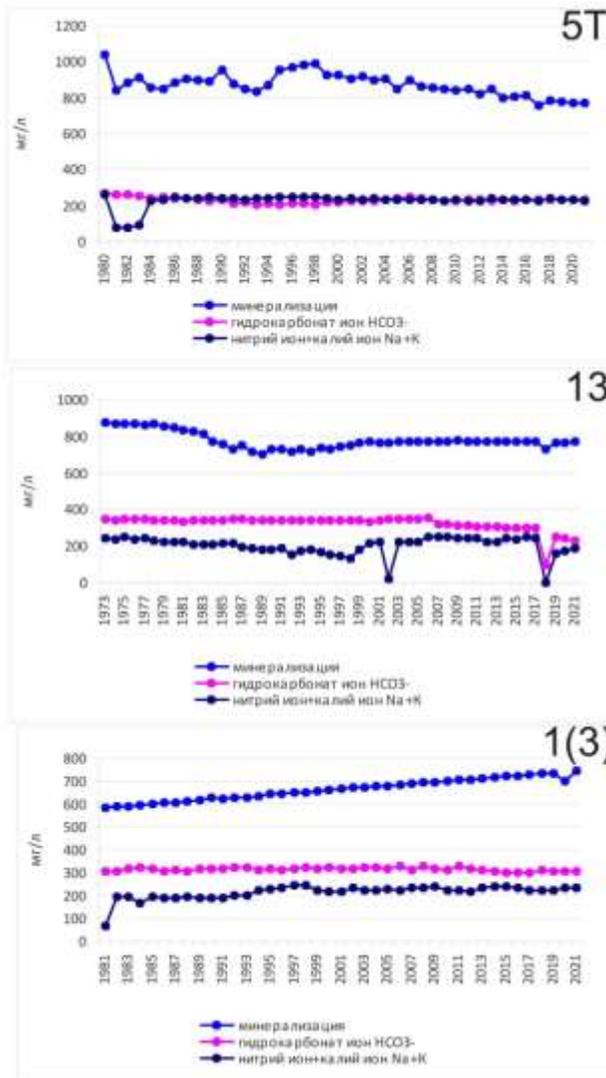
<i>Республика Казахстан</i>	
1дн	2021
3тс(37)	2028
4тп(41)	2029

Результаты прогнозирования в соответствии с предложенными прогнозными сценариями 1-3 станут основой для разработки сценариев управления ресурсами подземных вод Приташкентского трансграничного водоносного горизонта - нарративов, описывающих, что может произойти в будущем при реализации того или иного прогнозного сценария.

Модель при дальнейшем использовании в качестве постоянно-действующей должна согласованно корректироваться с получение новой качественной мониторинговой информации.

Может проводиться ежегодная нестационарная калибровка модели. Мировой опыт изучения эксплуатации глубоких водоносных горизонтов указывает на возможность изменения (роста) упругой водоотдачи за счет снятия статического давления на горизонт.

Могут решаться варианты задачи прогноза уровня, например, при закрытии или ликвидации скважин, или регулировании их дебита



Графики режима компонентов химического состава подземных вод по скважинам №5Т, №13, №1(3)

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Основой совместного (Казахстан – Узбекистан) управления ресурсами подземных вод Приташкентского ТГВГ должна быть созданная математическая имитационная модель.

Для совместного управления ресурсами подземных вод Приташкентского ТГВГ на основе созданной математической имитационной модели необходимо:

1- Перевести созданную математическую модель Приташкентского ТГВГ на уровень постоянно-действующей в двух сопредельных государствах: Республиках Казахстан и Узбекистан

2- Развивать потенциал международного сотрудничества по совместному оптимальному управлению ресурсами подземных вод водоносного горизонта по согласованным сценариям на основе постоянно действующей модели и по обмену данными гидрогеологического мониторинга Приташкентского ТГВГ.

3- Вести постоянный мониторинг подземных вод Приташкентского ТГВГ (пьезометрического уровня, дебита, качества подземных вод) во всех работающих скважинах, независимо от их принадлежности и назначения. Вести мониторинг технического и экологического состояния водозаборных скважин.

4- Совершенствовать национальное законодательство в части обязательного проведения мониторинга подземных вод Приташкентского ТГВГ.

5- Ограничить дебит скважин на воду в строгом соответствии со значениями эксплуатационных ресурсов, согласованными странами и утвержденными для них.

6 - Обеспечить развитие на национальном и межгосударственном уровнях системы учета объема добычи и использования подземных вод горизонта, регионального водного кадастра для регистрации забора подземных вод по всему горизонту. База данных такого учета станет основным рабочим материалом модели управления водными ресурсами Приташкентского ТГВГ.

7- Модернизировать систему наблюдений государственного мониторинга подземных вод путем установки современного оборудования регистрации расхода и напора скважин. Внедрить меры по контролю качества данных в соответствии с международными стандартами. Разработать программы мониторинга качества подземных вод в масштабе всего водоносного горизонта.

8- Развивать международное сотрудничество по вопросам качества подземных вод Приташкентского ТГВГ между сопредельными государствами. Согласовать стандарты оценки качества воды и создать механизм обмена этими данными между Казахстаном и Узбекистаном.

Поскольку основной стресс на ресурсы Приташкентского ТГВГ на территории Казахстана, особенно в районах, где он является единственным источником питьевого водоснабжения, связан с интенсивным ростом населения, необходимо в планы интегрированного управления водными ресурсами по Туркестанской области внести следующие мероприятия:

1-Использовать для питьевого водоснабжения (особенно на участках, где Приташкентский ТГВГ является единственным его источником) солоноватые и соленые подземные воды верхних уетрансграничных водоносных горизонтов при их опреснении и доведении их качества до требований питьевого водоснабжения.

2-Внедрить мероприятия по контролю управления спросом, включая контроль утечек на водозаборах, сетях, и внедрению программы общественной информированности.

3- Разработать стимулы поощрения при внедрении водосберегающих технологий.

4- Модернизировать и реконструировать сети водоснабжения.

5- Разработать положения о предоставлении налоговых кредитов и грантов предприятиям, использующим водные ресурсы, с целью внедрения новых водосберегающих технологий.

Благодарю за внимание!