

3. Р.Слейчер. Водный режим растений. М., Мир, 1970, с.365.
4. К.А.Блэк. Растение и почва. М., Колос, 1973, с.503.
5. Теоретические основы процессов засоления-рассоления почв. Алма-Ата: "Наука", 1981, 296 с.
6. С.Н.Рыжов Развитие и урожайность хлопчатника при различной концентрации почвенного раствора. В сб.: Использование минерализованных вод для орошения. М.: "Колос", 1973, с.26-45.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РЕЧНЫХ И ДРЕНАЖНО-СБРОСНЫХ ВОД РЕСПУБЛИК ЦЕНТРАЛЬНО-АЗИАТСКОГО РЕГИОНА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ИРРИГАЦИИ

Ю.И. Широкова, к.с.-х.н.

САННИРИ им. В.Д. Журина

(Республика Узбекистан)

Аннотация

В докладе приведены результаты исследования по оценке качества вод, выполненного для республик ЦАР.

При использовании оросительных, дренажно-сбросных, грунтовых и других вод ухудшенного качества для орошения, возникает необходимость контроля их минерализации.

Для республик ЦАР это в основном связано с проблемой накопления солей в верхнем слое почв, при использовании минерализованных вод. Это подтверждают данные многочисленных экспериментов и полевых наблюдений. Поэтому, для приблизительной оценки последствий и при принятии решения об использовании вод повышенной минерализации в каждой конкретной ситуации, необходимо оперативно оценивать качество вод, используемых для полива или промывок.

В отчете приводится общая характеристика качества оросительных и коллекторно-дренажных вод в Бассейнах рек Сырдарья и Амударья (по данным проекта ВУФМАС и Минсельводхоза Р. Узбекистан).

Проведена всесторонняя обработка анализов химического (ионного) состава более 1500 проб оросительных, дренажно-сбросных и грунтовых вод, выполненных в лаборатории Почвенных исследований и промывок САННИРИ с 1996 года в региональном масштабе, а именно:

- Выполнена оценка химического состава вод по классификации О.А.Алекина (тип класс и т.д.);
 - Проведена оценка качества вод для орошения по критериям ФАО;
 - Найдены эмпирические коэффициенты (к), для расчета минерализации вод по измерениям электрической проводимости (ЕСw) (портативным электрокондуктометром), для различных вод и природно-зональных условий. Эти коэффициенты позволяют оперативно рассчитывать минерализацию вод (М) по формуле: $M = K \times ECw$ и, таким образом оценивать качество, согласно критерию, распространенному в странах СНГ;
 - Уточнены закономерности влияния содержания (участия) отдельных солей на электрическую проводимость ЕСw минерализованных вод региона, на основе повторения опытов USDA (1954 г.) специальным лабораторным исследованием, для отдельных солей: $NaCl$, Na_2SO_4 , $MgSO_4$, $CaSO_4$, $CaCl_2$ и др.
 - Проверена возможность нахождения коэффициента для расчета минерализации любых вод по данным измерений электрической проводимости. Расчеты могут проводиться на основе результатов ранее проведенных анализов (архивных материалов) ионного состава вод, по методике, изложенной в докладе.
- Данная работа, выполненная на основе прямых измерений фактического ионного состава большого количества проб вод Центрально-Азиатского региона, имеет практическую направленность: результаты применимы для организаций и специалистов, занимающихся контролем качества поверхностных и подземных (грунтовых вод), могут быть использованы ассоциациями водопользователей (АВП) и отдельными, частными водопользователями.

1. Введение

Контроль качества воды в речных бассейнах республик Центрально-Азиатского региона, является очень важной задачей по причинам:

- использования поверхностных источников для питьевых целей;
- одновременного использования одного источника несколькими государствами;
- вовлечения в орошение дренажных стоков в качестве дополнительного источника, в связи с дефицитом водных ресурсов;
- экологических проблем.

Информация о качестве поверхностных вод различного происхождения в настоящее время не является доступной широкой общественности. Мало того, разноместный характер как потребителей, имеющих свои критерии оценки качества воды, так и разноместный мониторинг качества воды, не позволяют представить себе целостную картину качества поверхностных вод. Например, в Узбекистане (и других республиках ЦАР) контроль качества воды в реках осуществляется на базе данных Госгидромета, а в оросительных и дренажных каналах наблюдения за качеством проводят службы Минсельводхоза. Сбросы воды в водные объекты от промышленных предприятий контролируют организации Госкомприроды. Как подчеркивалось в докладе министра по охране природы Шеримбетова Х.С. [1], давно назрела необходимость объединения данных о качестве воды, собираемых разными ведомствами, в единую базу.

Кроме вышеперечисленных ведомств, занимающихся качеством воды, существуют научные обобщения и отдельные исследовательские мониторинги качества вод, которые выполняются по каким-либо целевым заданиям. При совместном рассмотрении с материалами других мониторингов, данные научных организаций могут существенно пополнить представление о происходящих процессах. Примером являются данные, собранные за последние пять лет в Лаборатории Почвенных Исследований и Промывок САНИИРИ. Собрана и развивается база данных (БД) по химическому составу, минерализации и электрической проводимости оросительных и коллекторно-дренажных вод, для различных условий Центрально-Азиатского Региона.

Основой этой базы данных явилось 1500 анализов оросительной, дренажной и грунтовой воды проекта "WUFMAS" за 1996 и 1997 гг. объектов из Узбекистана, Таджикистана, Кыргызстана, Казахстана и Туркменистана. В дальнейшем база пополнялась результатами анализов, выполняемых в рамках договорных работ с Министерством Мелиорации и Водного Хозяйства Республики Узбекистан, с Областными Гидрогеолого-мелиоративными экспедициями, а также результаты анализов, выполняемых по заказам проектов ТАСИС, Коперникус, ИВМИ и др. Особенностью этой базы данных является то, что наряду с полным ионным составом в пробах воды была определена электрическая проводимость.

Объектами изучения качества воды были:

1996-1999 гг. - оросительные, дренажные, грунтовые воды Кыргызстана (Ошская, Чуйская области), Таджикистана (Хатлонская и Ленинабадская области), Казахстана (Южно-Казахстанская и Кызылординская области), Туркменистана (Марыйская и Лепабская области), Узбекистана (Ферганская, Сырдарьинская, Сурхандарьинская, Бухарская, Хорезмская области и Республика Каракалпакстан).

1999-2001 гг. - оросительные, дренажные, грунтовые воды Сырдарьинской области (5 районов, 2 опытных участка), Джизакской области;

дренажные воды Наманганской, Кашкадарьинской, Сурхандарьинской области и РКК.

С 2001 года возобновлен сбор данных по химическому составу оросительных, дренажных и грунтовых вод в областях Кыргызстана, Таджикистана, Казахстана и Узбекистана.

2. Общие закономерности распространения вод с различной минерализацией и химическим составом

Собранные к настоящему моменту данные и их обработка, позволили установить некоторые общие закономерности по распространению вод. По мере продвижения от высоких отметок местности к низким (верхнее, среднее и нижнее течение рек), происходит нарастание минерализации оросительной воды, которое отражает изменение качества воды в источнике орошения. Так, по данным проекта Вуфмас, в котором велись регулярные отборы проб оросительной, дренажной и грунтовой воды. Выявлены закономерности изменения качества оросительной воды при переходе от верхних к нижним отметкам местности (по течениям рек) (Рис. 2.1).

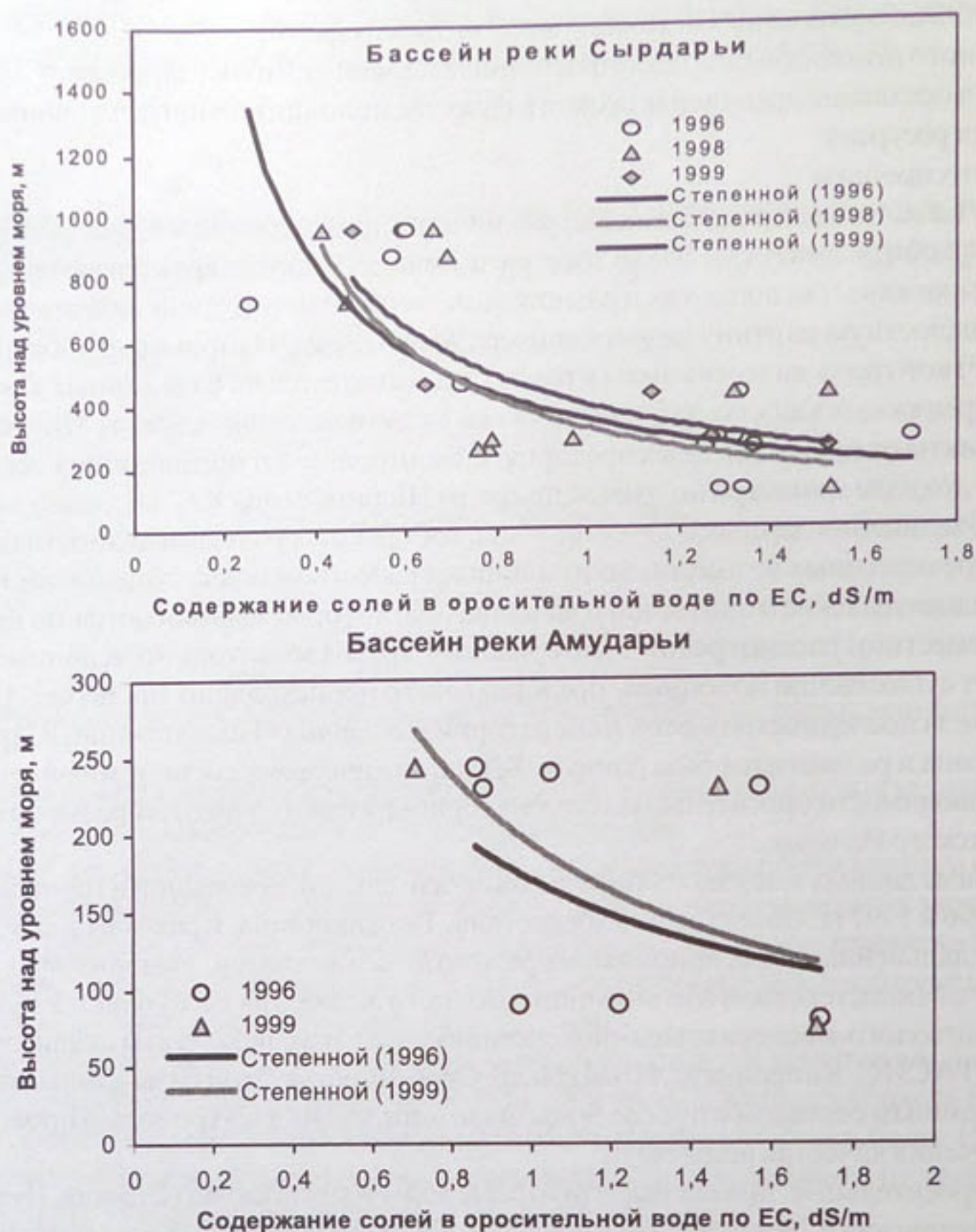


Рис.2.1

Изменение минерализации оросительной воды по бассейнам рек Сырдарьи и Амударьи в зависимости от высоты над уровнем моря (данные проекта Вуфмаса)

Указанные закономерности подтверждаются данными Министерства Сельского и Водного Хозяйства Узбекистана (Рис.2.2). Из этого рисунка видны тенденции изменения качества воды по годам.

Качество оросительной воды по годам может изменяться в следствие:

1. водности реки;
2. объема и качества сбросов дренажных вод в русло реки.

В любом случае, нижерасположенные потребители, как правило, получают воду ухудшенного качества. Исключением является Бухарская область. Как по данным Вуфмаса, так и по данным Минсельводхоза, отмечается высокая минерализация оросительной воды (0,97-1,19 г/л – по данным Минсельводхоза и 0,9-1,6 dS/m – по данным Вуфмаса). Причиной такого положения является особенность расположения Бухарской области в пустынной зоне, а также ирригационной системы.

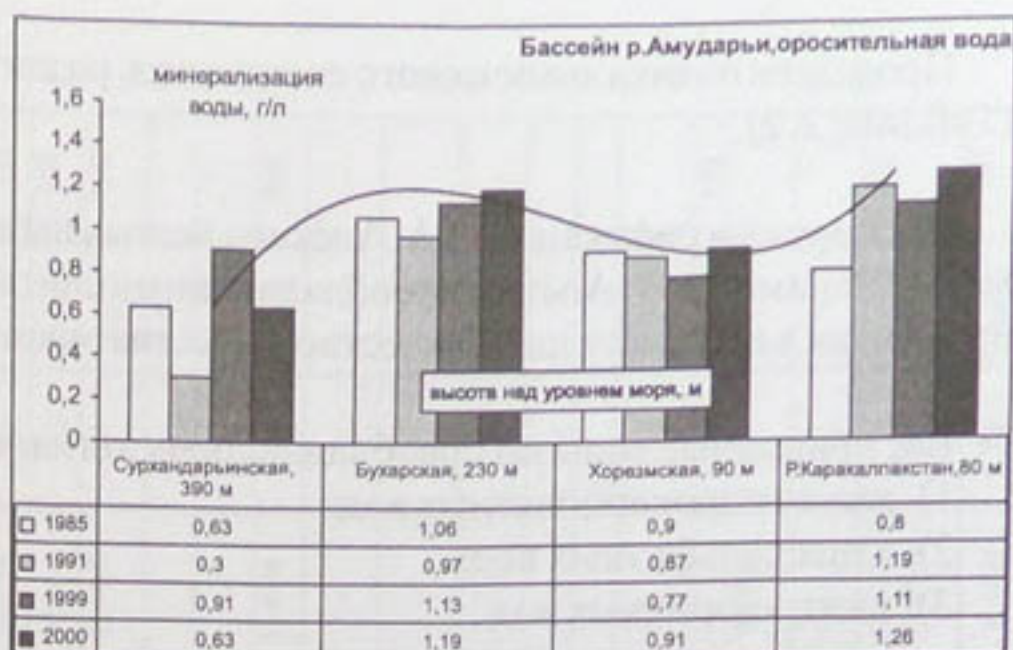


Рис.2.2

Данные Минсельводхоза Республики Узбекистан о минерализации оросительных и дренажно-сбросных вод*

Таблица 2. 1.

Данные Минсельводхоза Республики Узбекистан о минерализации оросительной и дренажной воды

Область	Высота над уровнем моря м	Минерализация воды (плотный остаток), г/л							
		оросительной				дренажно-сбросной			
		1985	1991	1998	2000	1985	1991	1999	2000
Ферганская	480	0,66	0,65	0,77	0,77	2,24	2,27	2,42	2,46
Сурхандарьинская	390	0,63	0,3	0,76	0,63	2,36	2,6	2,21	1,81
Сырдарьинская	280	1,39	1,19	1,29	1,28	3,49	3,74	3,6	3,5
Бухарская	230	1,06	0,97	1,09	1,19	4,09	3,81	3,34	3,7
Хорезмская	90	0,9	0,87	0,92	0,91	2,47	2,96	2,61	3,28
Р. Каракалпакстан	80	0,8	1,19	1,13	1,26	2,95	3,91	3,58	4,31

* На некоторых объектах Вуфмас, например, в Шерабадском районе Сурхандарьинской области, для поливов использовались дренажно-сбросные воды, и эти данные не включены в Рис.2. 2.

Проведена оценка химического состава вод, различного происхождения по классификации О.А.Алекина (Таблице 2. 2).

В основу классификации О.А. Алёкина положены два принципа: преобладающих ионов и соотношений между ионами. О.А. Алёкин преобладающими считает ионы с наибольшим относительным содержанием в процентах в пересчёте на количество вещества эквивалента.

Все природные воды по преобладающему аниону делятся на три класса:

- 1) класс гидрокарбонатных вод;
- 2) класс сульфатных вод;
- 3) класс хлоридных вод.

По классификации Алекина О.А. все изученные виды воды (оросительная, дренажная, грунтовая), относятся к классу **сульфатных**, а по ранжированию содержания ионов к третьему типу. Исключением является выборка по Ферганской области (Узбекистан, 2001 год), воды которой относятся ко второму типу.

Из Таблицы 2.2 видно, что практически все изученные оросительные, дренажные и грунтовые воды региона по содержанию анионов относятся к гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатным (**Г-Х-С**), лишь в Киргизии (Чуйская и Ошская области) встречаются хлоридно-гидрокарбонатно-сульфатные воды. По содержанию катионов воды региона различны. Исследованные оросительные воды в основном (63% от обследуемых объектов¹) представлены натриево-магниевыми-кальциевыми (**Н-М-К**) и магниевыми-натриево-кальциевыми (**М-Н-К**), что объясняет “не опасность” их при оценке по SAR. В 22% обследованных объектов оросительной воды отмечено преобладание натриевых солей (**К-М-Н, М-К-Н**), и в 15% - преобладают магниевые соли (**Н-К-М, К-Н-М**). В отличие от оросительных вод, по катионному составу дренажные и грунтовые воды, преимущественно относятся к натриевым (соответственно, 67% и 43%) и магниевым (соответственно 21% и 43%). В остальных выборках преобладающими являются ионы кальция.

¹ Каждый объект представляет собой выборку из проанализированных проб, количеством от 10 до 60 проб

Таблица 2.2 Преобладающий химический состав исследованных вод ЦАР

Республика область	Высота над у.м., м	Тип	Оросительная вода					Дренажная вода					Грунтовая вода				
			минерализац ия воды	преобладающий хим.состав				минерализац ия воды	преобладающий хим.состав				минерализ ация воды	преобладающий хим.состав			
			г/л	по катионам	% от вы- борки	по анионам	% от вы- борки	г/л	по катионам	% от вы- борки	по анионам	% от вы- бор-ки	г/л	по катионам	% от вы- борки	по анионам	% от вы- борки
Казахстан	проект Вуфмас																
Кзылордин- ская	117.5	III	0,5 - 1,7	Н-М-К	70	Г-Х-С	70	1,32 - 2,0	М-К-Н	50	Г-Х-С	100	2,23 - 5,14	Н-К-М	0,4	Г-Х-С	100
	117	III	0.9	Н-К-М	90	Г-Х-С	100	2,86 - 11,4	К-М-Н	50	Г-Х-С	100	1,62 - 45,76	К-М-Н	60	Г-Х-С	100
	проект ИВМИ	III	1,5 – 2,5	К-Н-М, К-М-Н	80	Г-Х-С	100	1,62 - 11,2	К-М-Н	50	Г-Х-С	100	-	-	-	-	-
	проект Вуфмас																
Южно-Ка- захстанская	257	III	0,35 - 0,7	Н-М-К	100	Г-Х-С	100	-			-	-	1,16 - 3,56	К-Н-М	60	Г-Х-С	100
	257	III	0,28 - 1,00	Н-М-К	90	Г-Х-С	100	-	М-К-Н	40	Г-Х-С	60	1.03	М-Н-К	100	Г-Х-С	100
	проект ИВМИ	III	1,09 - 1,12	Н-К-М	60	Г-Х-С	100	1,19 - 2,47	Н-К-М	80	Г-Х-С	100	1,28 - 2,5	Н-М-К	50	Г-Х-С	100
Киргизстан	проект Вуфмас																
Чуйская	730	III	0.33	М-Н-К	100	Г-Х-С	100	0.74	М-К-Н	100	Г-Х-С	100	-	-			
	958	III	-	-		Г-Х-С	100	-	-		-	-	0,41	Н-К-М	100	Х-Г-С	100
Ошская	954	III	0.38	М-Н-К	100	Г-Х-С	100	-	-		-	-	-	-		-	
	873	III	0,37 - 0,38	Н-М-К	100	Х-Г-С	100	-	-		-	-	-	-		-	
Джалалабад- ская	проект ИВМИ	III	0,23 – 0,71	Н-М-К	60	Г-Х-С	100	-	-		-	-	-	-		-	
				Н-К-М	70		100										
Таджикистан	проект Вуфмас																
Ленинабадск- ая	425	III	1,19 - 1,39	Н-М-К	60	Г-Х-С	100	1,20 - 4,65	К-Н-М	50	Г-Х-С	100	-				
Согдская	проект ИВМИ	III	0,05 – 2,78	Н-М-К	60	Г-Х-С	100	0,55 - 4,39	Н-М-К	60	Г-Х-С	100	0,50 – 1,47	Н-М-К	60	Г-Х-С	100
Туркменис- тан	проект Вуфмас																
Марыйская	240	III	0,40 - 2,39	К-М-Н	40	Г-Х-С	100	1,01 - 3,23	М-К-Н, К-М-Н	80	Г-Х-С	100	2,07 - 52,06	К-М-Н	80	Г-Х-С	100
	244	III	0.46	М-Н-К	80	Г-Х-С	100	3,81 - 15,86	К-М-Н	100	Г-Х-С	100	1,6 - 12,94	К-М-Н	70	Г-Х-С	100

Республика область	Высота над у.м., м	Тип	Оросительная вода					Дренажная вода					Грунтовая вода				
			минерализац ия воды	преобладающий хим.состав				минерализац ия воды	преобладающий хим.состав				минерализац ия воды	преобладающий хим.состав			
				г/л	по катионам	% от вы- борки	по анионам		% от вы- борки	г/л	по катионам	% от вы- борки		по анионам	% от вы- бор-ки	г/л	по катионам
Узбекистан	проект Вуфмас																
Сурхандарь инская	390	III	0,37 - 3,36	Н-М-К	60.0	Г-Х-С	100	0,3 - 13,82	Н-М-К, М-К-Н, К-М-Н	90	Г-Х-С	100	0,73 -19,6	К-М-Н	80	Г-Х-С	100
	390	III	0,59 - 2,31	Н-К-М, М-К-Н	80	Г-Х-С	100	1,08 - 13,00	М-К-Н	40	Г-Х-С	100	5,54 - 19,4	К-М-Н	70	Г-Х-С	100
Сырдарьин- ская	280	III	0,25 - 1,64	Н-М-К, К-М-Н	60	Г-Х-С	100	4,02 - 5,7	К-М-Н	80	Г-Х-С	100	4,42 - 20,0	Н-К-М	40	Г-Х-С	100
	280	III	0,79 -1,65	Н-М-К	80	Г-Х-С	100	1,93 - 9,9	К-М-Н	40	Г-Х-С	100	4,30 - 17,0	К-Н-М	60	Г-Х-С	100
Хорезмская	90	III	0,42 - 0,75	Н-М-К, К-М-Н	80	Г-Х-С	100	3.72	М-К-Н	100	Г-Х-С	100	1,52 - 17,1	М-К-Н	70	Г-Х-С	100
	90	III	0,42 - 0,58	Н-М-К	50	Г-Х-С	100	-	-	-	-	-	2,98 - 7,46	М-К-Н	40	Г-Х-С	100
Р.Каракалпа кистан	80	III	1,48 - 1,8	М-К-Н	100	Г-Х-С	100	4,8 - 12,8	К-М-Н	100	Г-Х-С	100	4.00	К-М-Н	100	Г-Х-С	100
	75	III	0,64 - 1,01	Н-М-К	80	Г-Х-С	100	3,39 - 6,07	М-К-Н	70	Г-Х-С	100	5.63	К-Н-М	100	Г-Х-С	100
Ферганская	480	III	0,9 - 1,4	К-М-Н	60	Г-Х-С	100	1,3 - 1,6	Н-М-К	100	Г-Х-С	100	2,89 - 3,500	Н-К-М	50	Г-Х-С	100
	460	III	0,5 - 0,9	Н-М-К	70	Г-Х-С	100	0,9 - 2,12	К-Н-М	70	Г-Х-С	100	1,42 - 2,12	К-Н-М	60	Г-Х-С	100
Бухарская	230	III	0,89 - 1,28	М-Н-К	50	Г-Х-С	100	3,3 - 3,93	К-Н-М	30	Г-Х-С	100	1,00 - 8,88	К-М-Н	50	Г-Х-С	100
	230	III	0,42 - 1,32	Н-М-К	70	Г-Х-С	100	2,9 8 - 3,79	К-Н-М	50	Г-Х-С	100	1,7 - 5,8	К-Н-М	60	Г-Х-С	100
Ферганская	проект ИВМИ	II	0,39 - 4,11	Н-М-К	60	Г-Х-С	100	-	-		-		-	-		-	

По всем полученным данным химического состава вод, была проведена оценка качества оросительных и дренажных вод для целей ирригации. Необходимость контроля качества дренажно-сбросных, или других вод ухудшенного качества, возникает при использовании их для орошения. В международной практике для оценки пригодности вод для целей ирригации, применяют следующие критерии (Таблица 2.3.)

Таблица 2.3

Критерии ФАО по качеству вод для орошения [8,9]

Проблемы	Показатель	Степень опасности / индекс		
		не опасна	средняя	повышенная
Засоление	EC, dS/m	<0,75	0,75 - 3,0	> 3,0
	Общее содержание солей, г/л	<0.45	0.45-2,0	>2,0
Снижение водопроницаемости почвы	SAR	< 6	6 - 9	> 9
Токсикация растений от ионов	по SAR	< 3	3 - 9	> 9
	Cl, г/л	< 0.14	0.14 - 0.36	>0.36

Плотный остаток - общее содержание солей, минерализация воды, г/л

ECw - электропроводимость, dS/m

Cl - содержание хлора, г/л

SAR - показатель процесса осолонцевания
$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{Ca + Mg}}$$

Кроме вышеприведенных критериев, существует международная классификация минерализованных (соленых) вод, показанная в Таблице 2. 4

Таблица 2. 4

Современная классификация качества вод по общей концентрации и электропроводимости [10]

Оценка	Общее количество растворимых солей г/л	EC (dS/m)	Категории использования и происхождения
Пресная вода	<0,5	<0,6	Питье и орошение
Слегка солоноватая	0,5-1,0 ¹⁾	0,6-1,5	Орошение
Солоноватая	1,0-2,0	1,5-3,0	Орошение под контролем
Умеренно солёная	2,0-5,0	3,0-8,0	Первичный дренаж
Солёная	5,0-10,0	8,0-15,0	Вторичный дренаж и засоление грунтовых вод
Очень солёная	10,0-35,0	15,0-45,0	Очень солёные грунтовые воды
Рассол	>35,0	>45,0	Морская вода

¹⁾ По отечественным критериям вода с минерализацией менее 1 г/л считается хорошего качества. Допустимые пределы минерализации для орошения: на суглинистых почвах- до 4 г/л (при этом содержание хлора иона не должно превышать 0, 5 г/л), на супесчаных почвах допускается соответственно: минерализация 4-6 г/л, а хлора-0,5-1,0 г/л [2,4]

Исходя из вышеприведенных критериев, в большинстве случаев оросительная вода региона является пригодной для орошения ($EC < 1.5 \text{ dS/m}$), однако, данные Минсельводхоза указывают, что в Сырдарьинской и Джизакской областях оросительная (речная) вода, является **опасной** с точки зрения соленакопления и требует, так называемого, **орошения под контролем**. Очевидно, что подразумевается наблюдение за засолением почв в условиях орошения водой такого качества.

По данным проекта Вуфмас [7] наилучшее качество **оросительной воды** (1996-1997 гг.) отмечено в Киргизстане (0,29-0,35 г/л), в Туркменистане (Марыйская область) – 0,67 г/л, в Казахстане (среднее и нижнее течение реки Сырдарья) – 0,78 г/л в 1996 году и 1,62 г/л в 1997 году. В 1996-1997 гг., (при расположении объектов по Узбекистану от Ферганской долины, Сырдарьинской области до Хорезмской области и РКК), средние значения общего содержания солей изменялись от 0,96 до 1,08 г/л.

По вышеуказанным критериям, средние значения показателей качества оросительной воды не являются опасными, как по содержанию хлор-иона, так и по показателю сорбции натрия (SAR). Однако, при максимальных значениях минерализации (зачастую это используемые на орошение коллекторно-дренажные воды), опасность воды оценена от **средне опасной** до **повышенно опасной**. По электрической проводимости (EC) воды хорошего качества только в Киргизстане, а на остальных объектах Вуфмас, оросительная вода (по средним показателям) классифицируется как **средне опасная** (минерализация свыше 0,45 г/л).

Минерализация дренажно-сбросных вод в среднем по региону за период исследований изменялась в пределах 0,22 г/л (Киргизстан) до 17,27¹ г/л (Узбекистан). Тем не менее, с точки зрения осолонцевания почв, в основном, эти воды не являются **опасными**. Однако, с точки зрения опасности соленакопления (по EC и хлору), кроме Киргизстана, они являются **средне опасными**, а в Казахстане и Узбекистане представляют **повышенную опасность**.

По данным последующих наблюдений (2001 год) в бассейне реки Сырдарья (Таблица 2.5) качество оросительной и дренажно-сбросной воды аналогичное: наилучшее качество воды в Киргизстане, Таджикистане и Ферганской долине, а вниз по течению реки (Южно-Казахстанская и Кызылординская области) качество воды ухудшается.

Таблица 2.5

Оценка пригодности вод на орошение (2001 год, IWMII**)

Республика	Область	Вид вод	Число проб	Интервал минерализации г/л	В том числе с оценке качества (число случаев) по:								
					EC			SAR			CI		
					0 ¹	1	2	0	1	2	0	1	2
Казахстан	Южно-Казахстанская	оросительная	9	1.0-2.5		9		9				9	
		коллекторно-дренажная	5			5		5				5	
	Кызылординская	оросительная	22	1.5-2.2		20	2	22				20	2
		коллекторно-дренажная	16	2.2-11.3		5	11	14		2		12	4
Киргизстан	Ошская	оросительная, сбросная	30	0.04-0.72	20	10		30			30		
	Джалалабадская	оросительная, сбросная	45	0.013-0.49	41	4		45			45		
Таджикистан	Согдийская	оросительная	25	0.32-4.39	11	14		25			22	3	
		коллекторно-дренажная	26			19	7	26			6	17	3
		грунтовая и подземная	28			27	1	28			22	5	1
Узбекистан	Ферганская	оросительная	10	0.37-1.58	6	4		10			2	8	
		коллекторно-дренажная	35	0.87-4.11		23	12	35			21	13	1
		грунтовая и подземная	1			1		1			1		

*) Примечание: 0 – не опасная, 1 – средне опасная, 2 – повышенная опасность

**) Проект "Внедрение передового опыта по водосбережению в бассейне рек Сырдарья и Амударья в Центральной Азии", International water management Institution

¹ Средние значения по объектам Вуфмас в Узбекистане

В большинстве изученных образцов вод, показатель, определяющий возможность осолонцевания почв (SAR), составляет 0.35 - 3.97, то есть не превышает опасного предела (<6) и воды являются не опасными по абсорбции натрия. Исключением являются коллекторно-дренажные воды Кызылординской области, часть из которых имеют повышенную опасность, с точки зрения процессов осолонцевания почвы (12% проб, SAR=10.7).

В принципе, большинство почв аридной зоны богаты кальцием, pH их не превышает 8.5 и процессы осолонцевания встречаются крайне редко. В этих условиях, главным показателем при оценке пригодности вод для орошения, является опасность соленакопления, а не осолонцевания.

По объектам и показателям опасности засоления и токсикации от ионов установлено следующее: В Киргизстане (Ошская и Джалалабадская области), минерализация оросительной и сбросной воды составляет 0.013-0.72 г/л. Хотя воды не являются токсичными по содержанию хлора, по электрической проводимости в Ошской области 33% проб являются средне **опасными** для орошения и 67% проб вод - **не опасными**. В Джалалабадской области почти все (91%) воды по электрической проводимости являются не опасными и только 9% проб относятся к средне опасным.

Все проанализированные оросительные воды Казахстана (Южно-Казахстанская, Кызылординская области), имеют общую минерализацию 1.0-2.5 г/л (Южно-Казахстанская область) и 1.51-2.18 г/л (Кызылординская область) и являются средне опасными по электрической проводимости и хлору. Минерализация коллекторно-дренажных вод в Кызылординской области изменяется от 2.2 г/л до 11.3 г/л, а в Южно-Казахстанской области до 2.5 г/л.

В Таджикистане (Согдийская область) по электрической проводимости оросительные, коллекторно-дренажные, грунтовые и подземные воды (минерализация которых варьирует в диапазоне 0.32-4.39 г/л) являются, в основном, средне опасными (56%, 73% и 96% проб, соответственно). 44% проб оросительной воды относятся к не опасным, 27% коллекторно-дренажной и 4% грунтовой и подземной воды, относятся к водам с повышенной опасностью для орошения. По хлору, преобладающая часть оросительных и грунтовых вод является не опасной, а коллекторно-дренажная вода почти в 80% случае является средне и повышенно опасной.

В Ферганской долине (Узбекистан) изученные грунтовые и подземные воды являются средне опасными по электрической проводимости и не опасными по хлору. Оросительные воды в 40% случаев средне опасны по электрической проводимости и в 80% случаев опасны по хлору, а коллекторно-дренажные по качеству выглядят аналогично водам Согдийской области Таджикистана.

3. Теоретико-эмпирическое обоснование коэффициентов для перехода от измерений электрической проводимости к минерализации вод различного происхождения

В условиях Центрально-Азиатского Региона, где почвы содержат значительное количество кальция, предотвращающего проблемы осолонцевания, одним из основных показателей при оценке пригодности вод для орошения, является минерализация (общее содержание солей). Применение для поливов вод повышенной минерализации, вызывает проблему накопления солей в верхнем слое почв. Поэтому, для приблизительной оценки последствий и при принятии решения в конкретной ситуации об использовании вод потенциально повышенной минерализации для полива или промывки (например, коллекторно-дренажных), необходимо иметь возможность оперативных измерений.

Для оперативного определения минерализации коллекторно-дренажных, грунтовых вод и принятия решений о привлечении их на орошение в маловодные годы, целесообразно пользоваться портативным электрокондуктометром. С учетом перспективности этого метода и прибора, для оценки общей минерализации воды были проведены, целенаправленные лабораторные исследования, включающие прямое измерение минерализации воды методом выпаривания, при параллельном измерении электрической проводимости и определение химического состава.

По международным стандартам электропроводимость является показателем качества (Таблица 2.3 и Таблица 2.4). Однако у нас (в отечественной практике) более привычным показателем является общая минерализация.

В последние годы, с развитием международных проектов, электрокондуктометр все чаще применяется в республиках ЦАР для контроля качества воды. Этот удобный метод позволяет быстро оценить общее содержание солей. Для перехода от измерений электрической проводимости к минерализации вод в иностранной литературе [7, 8] рекомендован коэффициент, равный 0.64, то есть:

$$\text{Минерализация (г/л)} = 0.64 \times \text{ЕС (dS/m)}$$

По данным проекта Вуфмас (с дополнениями), при изменении минерализации оросительной воды от 0 г/л до 3.4 г/л, коэффициент перехода (средний по региону при выборке $n=476$ штук) составил 0.8, с вариациями от 0.6 в Туркменистане и РКК до 1.1 в хозяйстве им. Г. Гуляма (данные 1998-1999 гг.). При диапазоне минерализации от 0 г/л до 17 г/л (дренажная вода) – средний по региону коэффициент (при $n=306$ штук) составляет 0.9 (диапазон от 0.6 до 1.3), а по грунтовой воде ($n=385$ штук), региональный коэффициент равен 1 (разброс 0.6-2.0).

Многочисленные измерения электрической проводимости при параллельном определении минерализации вод, обработанные статистически (в виде парных корреляций), приведены в Таблице 3.1, Таблица 3.2.

Для оценки общего количества солей (минерализации) по данным измерений электрической проводимости портативным прибором, получены корреляционные зависимости для Ферганской, Наманганской, Кашкадарьинской, Сырдарьинской, Джизакской областей и Каракалпакстана, Южно-Казахстанской и Кызылординской областей Казахстана, Ошской области Кыргызстана и Согдской области Таджикистана (Рис.3.1)

Коэффициенты для расчета минерализации вод по измерениям электрической проводимости
(ВУФМАС, 1996-1997 гг.)

Республика	Код хозяйства, область	Число данных	Интервал минерализации	R ²	коэф пересчета M=K*E _{sw}
Оросительная					
Казахстан	1-2 Кызылординская	n = 21	0.5 - 3.2	0.8	0.7
	3-4 Южно - Казахстанская	n = 29	1 - 6.5*	0.2	0.9
		n = 27	1 - 2.5	низк.	0.9
Киргизстан	5,6,7	n = 67	0.1 - 0.7	0.8	0.7
Туркменистан	17,18,19,20	n = 38	0.4 - 0.9	0.5	0.6
Узбекистан	21-22 Сурхандарьинская	n = 55	0.8 - 4.5	0.3	1.0
	25-26 Хорезмская	n = 55	0.4 - 0.79	0.9	0.5
	27-28 РКК	n = 55	0.6 - 1.9	низк.	0.6
	Сырдарьинская 31-32	n = 19	1 - 2.9	0.5	0.7
	33-34 Ферганская	n = 21	0 - 1.4	0.9	0.8
	35-36 Бухарская	n = 16	0.4 - 1.4	низк.	0.8
	Итого:	n = 476	0 - 3.4		0.7
Дренажная					
Казахстан	1-2 Кызыл-ординская	n = 10	1.5 - 12	1.0	1.0
	3-4 Южно - Казахстанская	n = 15	1.5 - 4	0.6	0.9
Таджикистан	11, 12	n = 28	0 - 4.5	0.6	1.3
Туркменистан	17,18,19,20	n = 39	1 - 16	1.0	1.1
Узбекистан	21-22 Сурхандарьинская	n = 67	0-17	0.8	1.0
	Сырдарьинская 23-24	n = 51	2 - 15	0.7	0.9
	23(98 - 99)	n=22	2-10	0.4	1.1
	27-28 РКК	n = 17	1 - 12	0.8	0.8
	Сырдарьинская 31-32	n = 18	1 - 5	0.3	0.6
	33-34 Ферганская .	n = 19	0.8 - 2	низк.	0.8
	35-36 Бухарская	n = 20	1.9 - 3.5	низк.	0.8
	Итого:	n = 306	0 - 17	0.8	0.9
Грунтовая					
Казахстан	1-2 Кызыл-ординская	n = 22	1 - 6	0.7	0.9
	3-4 Южно - Казахстанская	n = 36	0 - 13	0.9	1.1
Киргизстан	5,6,7	n = 15	0.4 - 1.1	низк.	0.6
Таджикистан	11, 12	n = 14	0.5 - 4.5	0.9	0.9
Туркменистан	17,18,19,20	n = 33	0 - 55	0.7	2
Узбекистан	21-22 Сурхандарьинская	n = 56	0 - 30	0.6	1.0
	Сырдарьинская 23-24	n = 71	3 - 37	0.9	1.0
	23(98 - 99)	n=32	1-24	0.8	0.8
	25-26 Хорезмская	n = 39	0.5 - 6.5	0.8	0.8
	27-28 РКК	n = 9	1 - 9	0.4	0.8
	Сырдарьинская 31-32	n = 24	3 - 12	0.8	1.0
	33-34 Ферганская .	n = 16	1 - 3.9	0.8	1.0
	35-37 Бухарская	n = 18	1 - 10	0.7	1.1
	Итого:	n = 385	0 - 39	0.8	1.0

Коэффициенты для расчета минерализации вод по измерениям электрической проводимости (база данных лаб.ПИиП, 2000-2001 гг., проект IWM и др.)

Область	Район, хозяйство	Кол-во данных	Интервал минерализации (г/л)	Уравнение $M=KxECe$	R^2	Кэф	Тип воды
Узбекистан							
Сырдарьинская	Хоз-во Г.Гуляма	n=15	0.82-9.28	$Y=1.0x$	1.0	1	Оросит., дренажная, грунтовая
	Хоз-во Шоликор	n=4	1.12-1.27	$Y=0.6x$	0.8	0.6	оросительная
	Хоз-во У.Юсупова	n=18	0.73-20.31	$Y=1.0x$	1	1	Коллекторно-дренажная, оросительная, грунтовая
	Хоз-во У.Юсупова	n=18	1.44-18.86	$Y=1.0x$	1	0.9	Коллекторно-дренажная, оросительная
	Шурузьяк	n=15	0.83-6.145	$Y=0.7x$	0.9	0.7	Оросит., дренажная, грунтовая
	Хо-во им.Сиддикова	n=201	2.63-72.15	$Y=1.0x$	1.0	1.0	Грунтовая
Ферганская	Ахунбабаевский	n=43	0.15-4.11	$Y=0.8x$	0.9	0.8	Оросительная и дренажно-сбросная
	Бешарыкский район	n=49	0.377-5.17	$Y=0.9x$	0.9	0.9	Дренажная, грунтовая
Хорезмская		n=11	0.95-10.04	$Y=0.9x$	1.0	0.9	Оросительная, коллекторно-дренажная
Наманганская		n=27	0.31-11.02	$Y=0.7x$	0.9	0.7	Коллекторно-дренажная
Кашкадарьинская	смешанный	n=10		$Y=0.7x$	1.0	0.7	Коллекторная
Самаркандская		n=48	0.32-6.67	$Y=0.9x$	0.9	0.9	дренажно-сбросная и грунтовая
РКК		n=31	1.03-8.8	$Y=0.8x$	0.9	0.8	
РКК		n=19	9.14-52.92	$Y=0.7x$	1.0	0.7	
Таджикистан							
Согдийская		n=30	0.32-4.39	$Y=0.8x$	1.0	0.8	Поверхностная, грунтовая и подземная
Киргизстан							
Ошская		n=48	0.04-0.715	$Y=0.6x$	0.9	0.6	Оросительная, сбросная
Джалалабадская		n=44	0.013-0.49	$Y=0.7x-0.2$	0.7		Оросительная, сбросная
Казахстан							
Кызылординская		n=37	1.52-11.26	$Y=0.8x$	1.0	0.8	Оросительная и дренажная
Южно-Казахстанская		n=21	0.96-2.475	$Y=0.7x$	0.8	0.7	Оросительная и дренажная

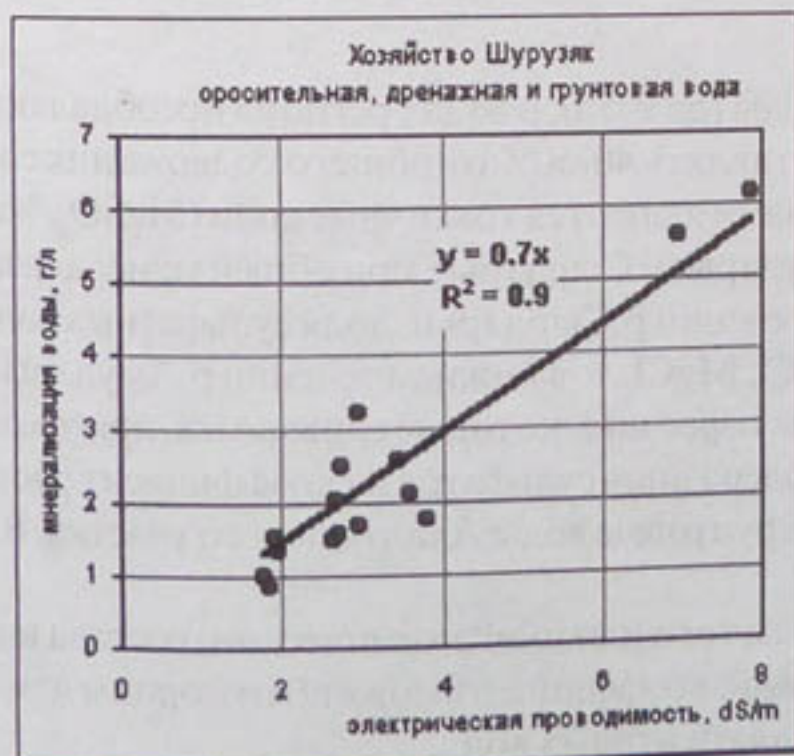
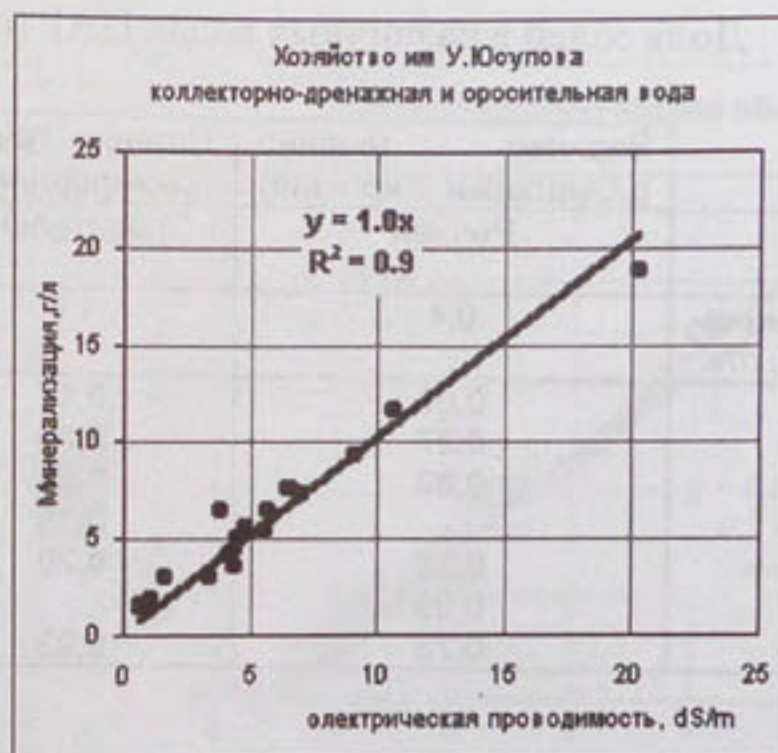
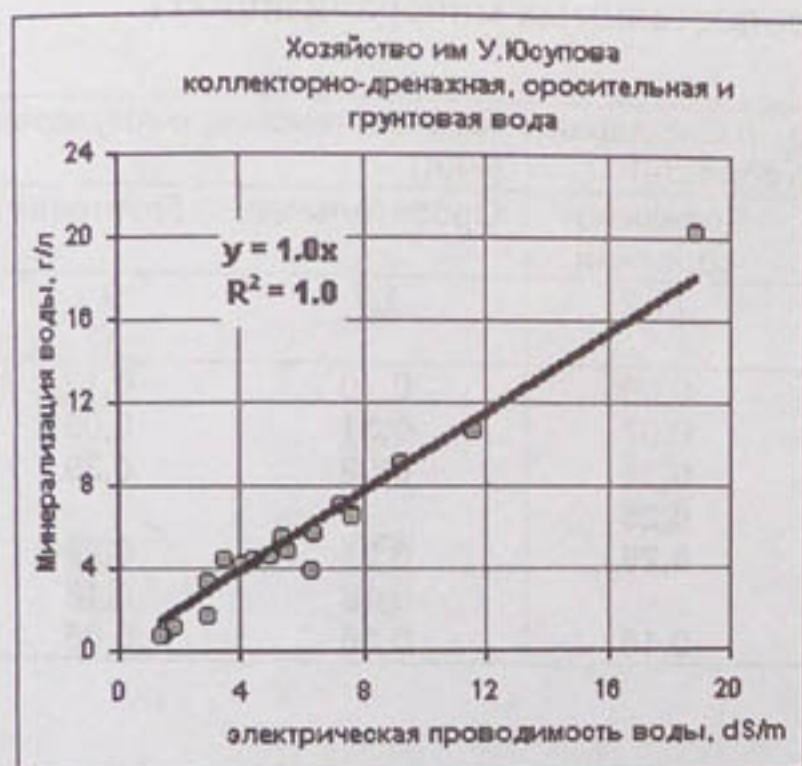
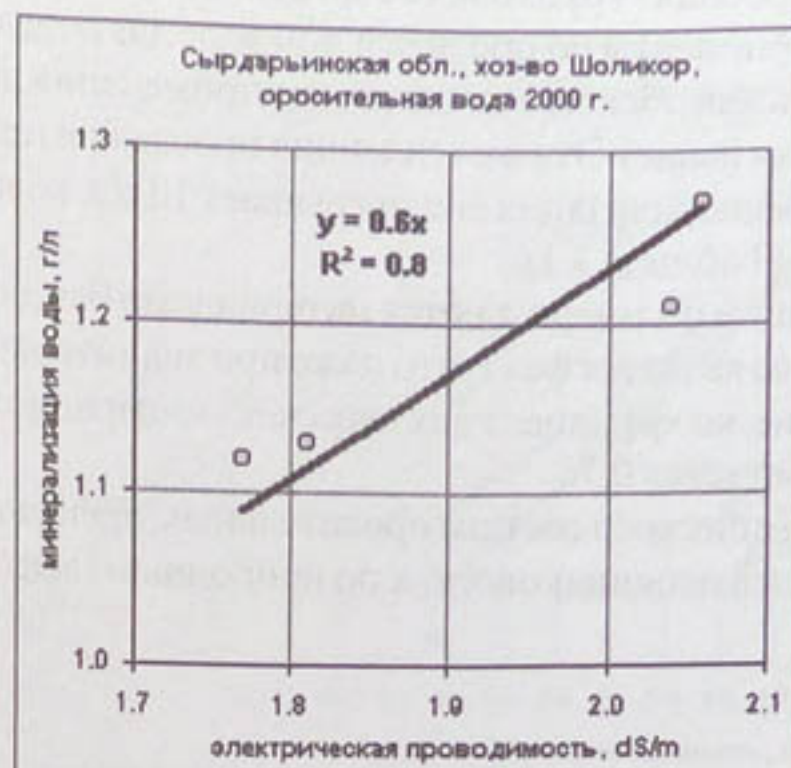
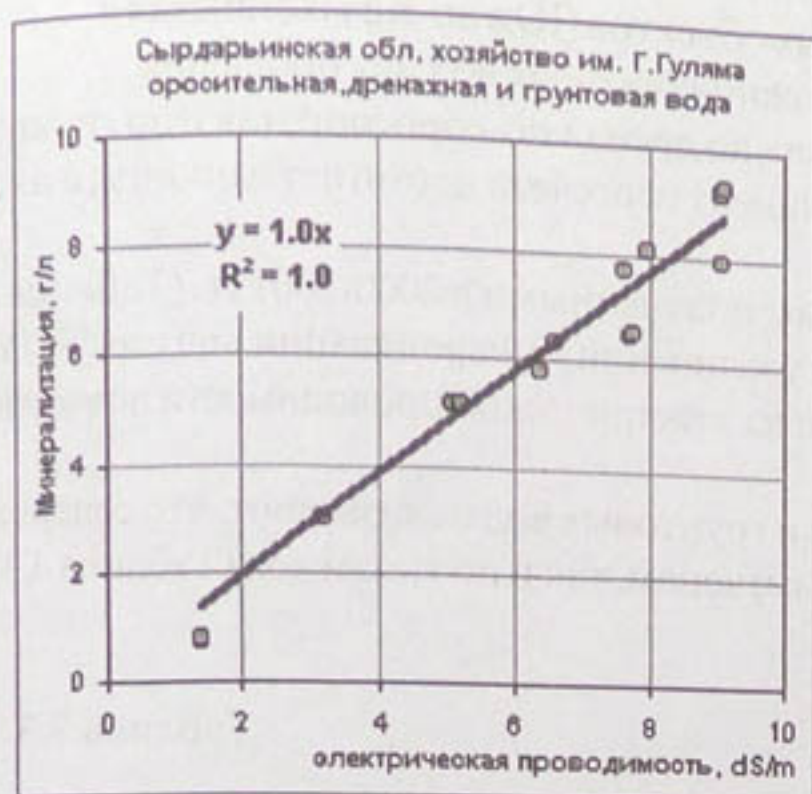


Рис.3.1

Связь между минерализацией и электрической проводимостью воды (ISEAM, OIMP-2)

Из Таблицы 3.1 видно, что на коэффициент (К) влияет как общее количество солей в воде, так и зональное расположение объекта, с присущим ему химическим составом.

Так, по средним данным при возрастании минерализации по происхождению вод: оросительная – дренажная, сбросная - грунтовая вода, соответственно увеличиваются коэффициенты 0.7 – 0.9 – 1.0. Причем, коэффициенты по оросительной воде для отдельных объектов (Южно-Казахстанская и Сурхандарьинская области) выше за счет применения дренажно-сбросных вод для орошения (минерализация выше). Эта же тенденция прослеживается как по дренажно-сбросной, так и по грунтовой воде: там, где минерализация вод превышает 10 г/л, коэффициент пересчета достигает единицы, а иногда и превышает ее (Таблица 3.1).

Эти тенденции подтверждаются материалами баз данных, полученными в 2000-2001 гг. (Таблица 3.2).

Интересным является факт, что даже при значительном увеличении минерализации вод (до 53 г/л) в Аральской зоне, коэффициент для пересчета минерализации из электрической проводимости не возрастает, а стабильно остается 0.7.

Данные химического состава оросительных, дренажных и грунтовых вод показывают, что содержание различных солей неодинаково, как по природным (высотным) зонам, так и по типам вод (Таблица 3.3).

Таблица 3.3

Доля солей в различных водах ЦАР (при сопоставимых минерализациях)

Вид воды	Верхнее течение р.Сырдарьи (Киргизия)	Нижнее течение р.Сырдарьи (Кызылординская область)		Нижнее течение р.Амударьи (РКК)	
	Речная	Оросительная	Дренажно-сбросная	Оросительная	Грунтовая
Общая минерализация, г/л	0,4	1,8	11,2	1,7	9,1
Ca(HCO ₃) ₂	0,08	0,11	0,09	0,19	0,12
CaSO ₄	0,27	0,25	0,07	0,31	0,09
MgSO ₄	0,32	0,29	0,31	0,08	0,39
Na ₂ SO ₄	-	0,15	0,25	-	-
NaCl	0,24	0,20	0,28	0,27	0,22
MgCl ₂	0,09	-	-	0,16	0,18
Na/Cl	0,73	0,93	0,15	0,35	0,05

Из Таблицы 3.3 видно, что при малой минерализации воды (до 2 г/л), в водах региона преобладают нетоксичные кальциевые соли, которые в сумме могут составлять 40-50% от общего содержания солей. При более высоких минерализациях, преобладающими солями являются токсичные соли (MgSO₄, NaCl). Характерно, что в рассмотренных образцах, в низовьях Амударьи и Сырдарьи, при общей минерализации около 10 г/л, соли различаются по химизму: так, в нижнем течении р.Сырдарьи, доля сульфатных солей (CaSO₄, MgSO₄, Na₂SO₄) превалирует над хлоридными (NaCl, MgCl₂), а в нижнем течении р.Амударьи преобладают хлоридные соли. Это влияет на коэффициенты пересчета, которые снижаются, при увеличении доли хлоридных солей. Примером влияния повышенного содержания сульфатов на коэффициент расчета минерализации по электрической проводимости являются грунтовые воды Акалтынского участка. В этих условиях коэффициент составил единицу (Рис.3.1).

Общая минерализация является, как правило, показателем того или иного химического состава внутри определенной зоны. Замечено, что для одних и тех же условий, коэффициент может быть одним для поверхностных вод (оросительные, дренажные) и другим для грунтовых вод.

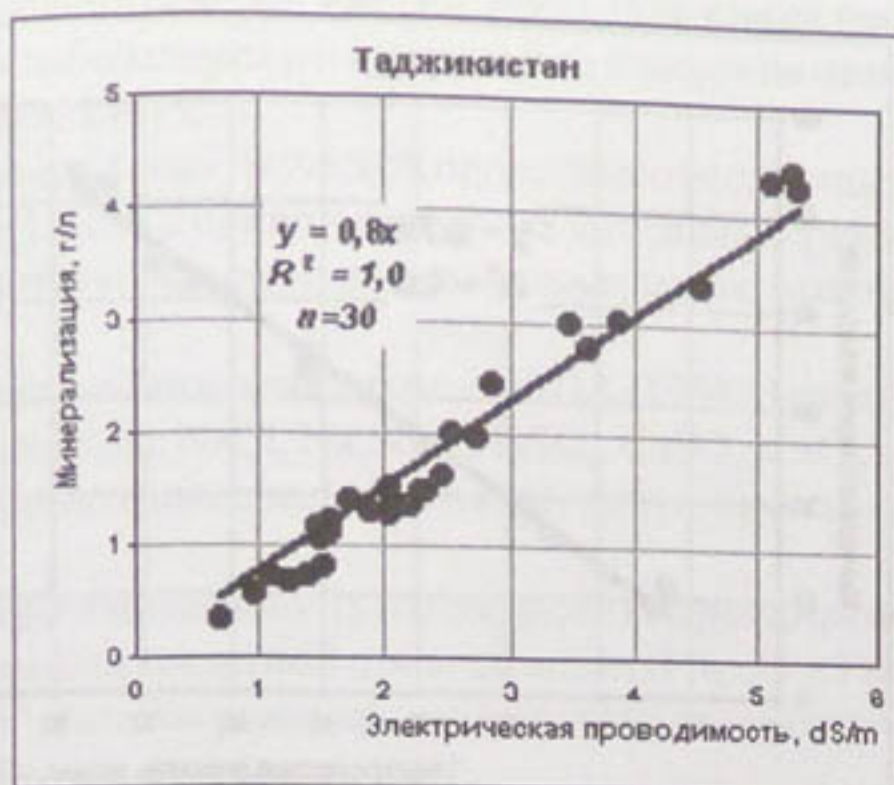


Рис.3.2

Связь между минерализацией и электрической проводимостью оросительной и дренажной вод (IWMI)

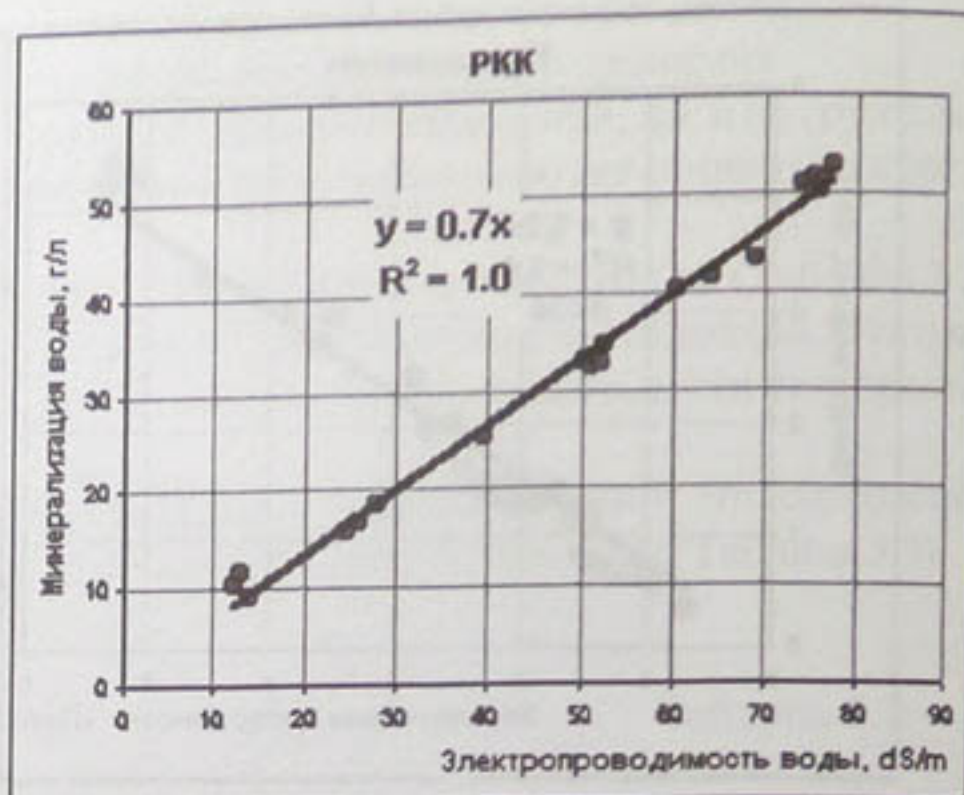
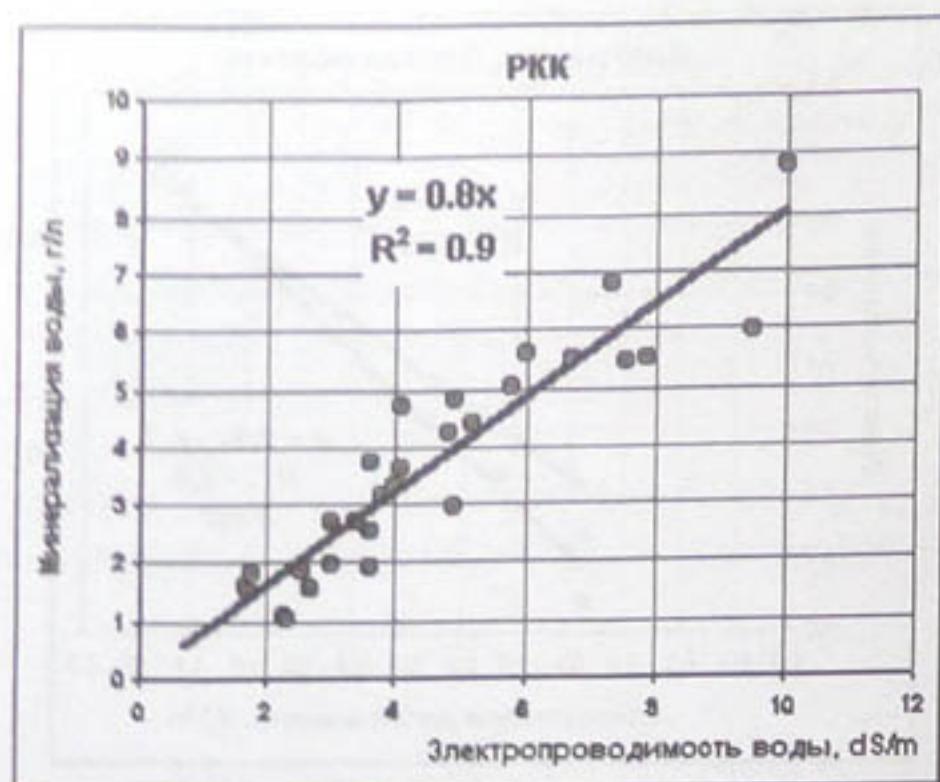


Рис.3.3
Связь между минерализацией и электрической проводимостью воды (сотрудничество с ОГМЭ)

От чего зависит коэффициент перехода от электрической проводимости к минерализации?

Как бы ни было велико количество данных, собранных для данной зоны, которые при параллельных измерениях минерализации и электрической проводимости дают возможность получить опытным путем необходимые для мониторинга значения переходного коэффициента от электропроводимости к минерализации (Рис.3.1, Рис.3.2, Рис.3.3) не всегда представляется возможным, так как для этого требуется лаборатория и параллельные измерения минерализации методом выпаривания пробы и измерений электропроводимости.

Зависимость электрической проводимости от концентрации для различных солей, была опубликована в 1954 году USDA и приводится в ряде западных справочников [8,9], Рис.3.4. Из рисунка видно, что коэффициенты пересчета для различных солей, отличаются между собой, то есть, имеют разный угол наклона.

На основе повторения опытов USDA (1954 г.) специальным лабораторным исследованием, для отдельных солей: NaCl , Na_2SO_4 , MgSO_4 , CaSO_4 , CaCl_2 уточнены закономерности влияния содержания (участия) отдельных солей на электрическую проводимость EC_w минерализованных вод региона (Таблица 3.3.).

Проверена возможность нахождения коэффициента для расчета минерализации любых вод по данным измерений электрической проводимости (Рис.3.5 и Рис.3.6, Таблица 3.3). Расчеты могут проводиться на основе результатов ранее проведенных анализов (архивных материалов) ионного состава вод, следующим путем:

- 1). Выполняется расчет содержания гипотетических солей;
- 2). Уточненный для каждой отдельной соли коэффициент - "взвешивается", с учетом содержания гипотетических солей; в пробе воды, и, полученные, таким образом, коэффициенты для разных выборок сравниваются и при близких значениях, усредняются и в дальнейшем могут применяться для оперативной оценки минерализации по данным измерений электрической проводимости - EC_w .

Пример такого расчета показан в Таблице 3.4. Из таблицы видно, что расхождения, между фактически определенными и теоретически высчитанными коэффициентами не превышают $\pm 6-8\%$, а свыше 20% - единичны. При минерализации оросительных и дренажно-сбросных вод Кызылординской области в диапазоне 1.51-11.3 г/л фактические и теоретические коэффициенты пересчета совпадают и составляют 0.7-0.8.

Данная работа не является завершенным исследованием, так как качество вод изменчиво как в пространстве, так и во времени. На следующих этапах, кроме пополнения баз данных новыми данными предполагается провести анализ подобных материалов предшествующих лет, опубликованных в виде монографий, статей и научных отчетов.

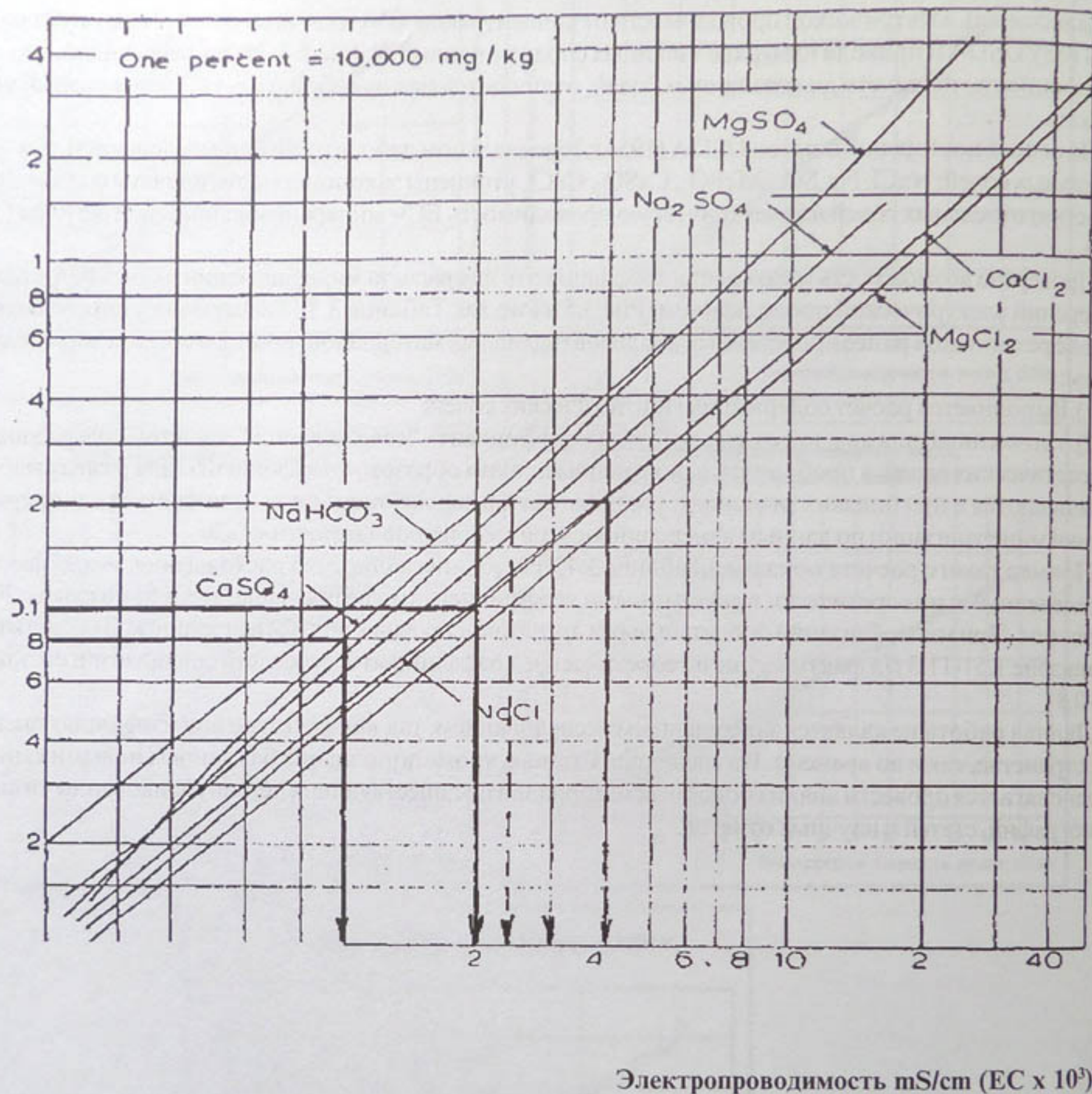


Рис.3.4

Зависимость электропроводности растворов от концентрации отдельных солей
(Источник: USDA, 1954)

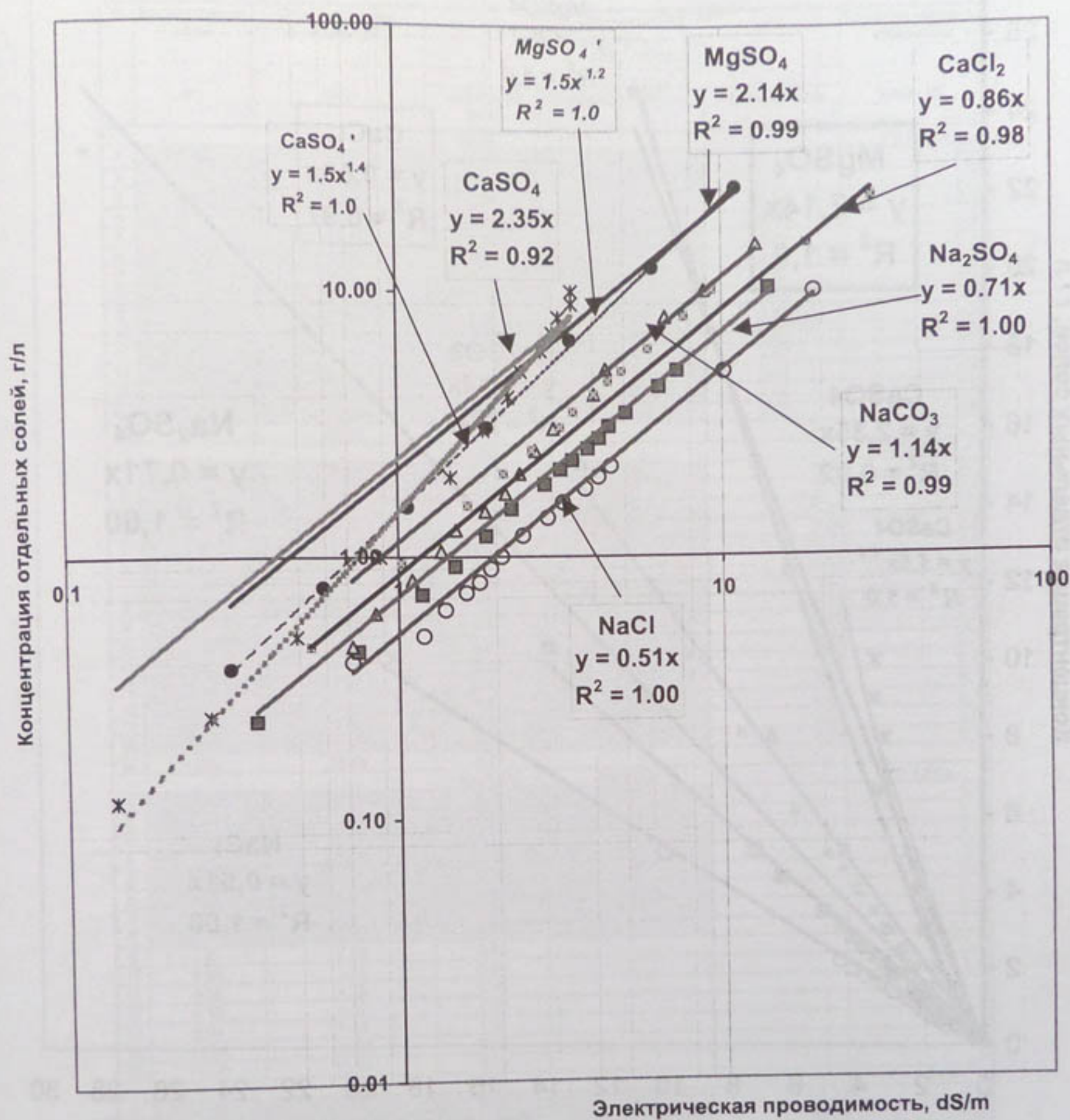


Рис.3.5.

Связь между электропроводимостью и концентрацией солей

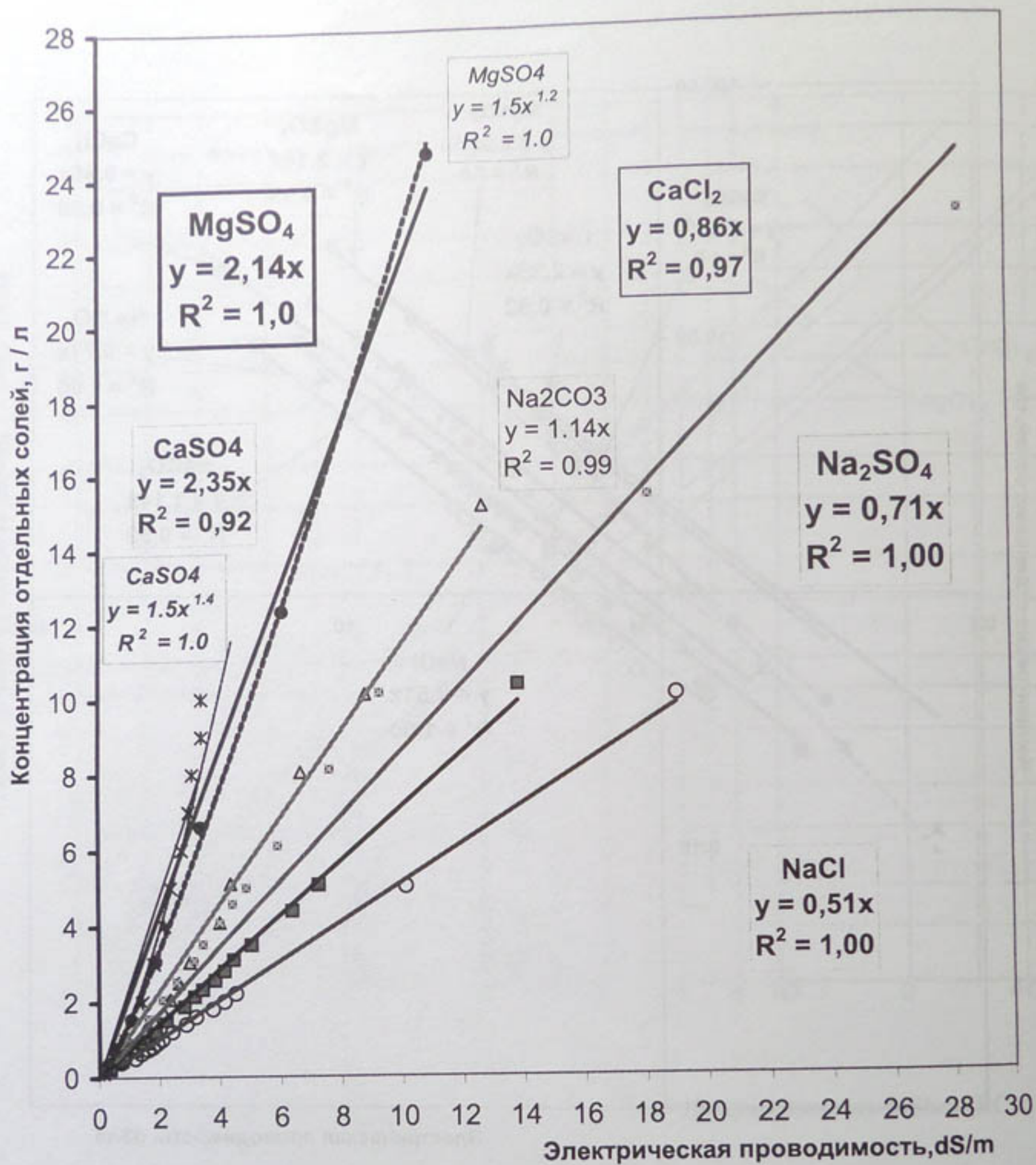


Рис.3.6

Зависимости электрической проводимости от концентрации отдельных солей

№	Концентрация соли	Электропроводность (EC) dS/m	Соотношение концентрация : EC (г/л : dS/m)			Коэффициенты по уравнению K=M : EC
	г/л		лаб.ПИИП 2001	Опубликов. данные ¹	Расхожд. коэф.	
NaCl						Y = 0.51 x
1	0.40	0.72	0.56	0.51	-0.04	0.51
2	0.50	1.19	0.42	0.53	0.11	0.51
3	0.63	1.39	0.45	0.57	0.12	0.51
4	0.73	1.61	0.45	0.52	0.07	0.51
5	0.80	1.77	0.45	0.50	0.05	0.51
6	0.90	1.92	0.47	0.50	0.03	0.51
7	1.00	2.08	0.48	0.50	0.02	0.51
8	1.20	2.42	0.50	0.48	-0.02	0.51
9	1.40	2.89	0.48	0.50	0.02	0.51
10	1.60	3.22	0.50	0.53	0.04	0.51
11	1.80	3.78	0.48	0.55	0.07	0.51
12	2.00	4.16	0.48	0.51	0.03	0.51
13	2.20	4.54	0.48	0.50	0.02	0.51
14	5.00	10.14	0.49	0.53	0.03	0.51
15	10.00	19.08	0.52			
Na ₂ SO ₄						Y = 0.71 x
1	0.24	0.37	0.65	0.65	0.00	0.71
2	0.44	0.75	0.59	0.59	0.00	0.71
3	0.72	1.18	0.61	0.65	0.04	0.71
4	0.92	1.49	0.62	0.66	0.04	0.71
5	1.20	1.86	0.65	0.67	0.02	0.71
6	1.51	2.23	0.68	0.69	0.01	0.71
7	1.87	2.83	0.66	0.66	0.00	0.71
8	2.14	3.17	0.68	0.67	-0.01	0.71
9	2.32	3.45	0.67	0.68	0.01	0.71
10	2.56	3.86	0.66	0.67	0.01	0.71
11	2.80	4.17	0.67	0.68	0.01	0.71
12	3.10	4.48	0.69	0.69	0.00	0.71
13	3.48	5.06	0.69	0.71	0.02	0.71
14	4.38	6.40	0.68	0.70	0.02	0.71
15	5.06	7.28	0.70	0.71	0.02	0.71
16	10.30	13.88	0.74			
Na ₂ (CO ₃) NaHCO ₃						Y = 1.14 x
1	0.46	0.73	0.63	1.02		1.14
2	0.61	0.88	0.69	1.00		1.14
3	0.82	1.17	0.70	1.01		1.14
4	1.05	1.41	0.74	1.05		1.14
5	1.26	1.60	0.79	1.10		1.14
6	1.48	1.99	0.74	0.90		1.14
7	1.73	2.32	0.75	0.99		1.14
8	2.06	2.56	0.80	1.00		1.14
9	2.51	2.95	0.85			1.14
10	3.04	3.25	0.94			1.14
11	4.08	4.38	0.93			1.14
12	5.10	4.82	1.06			1.14
13	8.04	7.50	1.07			1.14
14	10.08	10.23	0.99			1.14
15	15.06	15.29	0.98			1.14
CaCl ₂						Y = 0.86 x
1	0.46	0.52	0.88	0.51	-0.37	0.86
2	0.95	1.05	0.90	0.56	-0.35	0.86
3	1.56	1.70	0.92	0.53	-0.39	0.86
4	2.06	2.23	0.92	0.52	-0.41	0.86
5	2.53	2.71	0.93			0.86
6	3.08	3.33	0.92			0.86
7	3.52	3.76	0.94			0.86
8	4.09	4.37	0.94			0.86
9	4.58	4.85	0.94			0.86
10	5.00	5.28	0.95			0.86
11	6.11	6.47	0.94			0.86
12	8.11	8.45	0.96			0.86
13	10.12	10.54	0.96			0.86
14	15.30	16.18	0.95			0.86
15	22.75	24.16	0.94			0.86
CaSO ₄						Y = 1.5x ^{1.4}
	0.12	0.14	0.86	0.50	-0.36	0.64

№	Концентрация соли г/л	Электропроводность (EC) dS/m	Соотношение концентрация : EC (г/л : dS/m)			Коэффициенты по уравнению K=M : EC
			лаб. ПИИП 2001	Опубликов. данные ^{*)}	Расхожд. коэф.	
	0.25	0.27	0.93	0.63	-0.30	0.86
	0.5	0.49	1.02	0.75	-0.27	1.1
	1	0.88	1.14	0.83	-0.30	1.5
	2	1.45	1.38	нд		2
	3	1.83	1.64	нд		2.3
	4	2.19	1.83	нд		2.6
	5	2.4	2.08	нд		2.9
	6	2.77	2.17			3.1
	7	3.01	2.33			3.3
	8	3.14	2.55			3.4
	9	3.45	2.61			3.6
	10	3.45	2.90			3.8
MgSO ₄						$Y = 1.5x^{1.2}$
	0.38	0.31	1.23	0.68	-0.55	1.24
	0.77	0.59	1.31	0.77	-0.54	1.4
	1.54	1.07	1.44	0.81	-0.63	1.6
	3.07	1.88	1.63	0.93	-0.70	1.9
	6.6	3.41	1.94			2.2
	12.3	6.12	2.01			2.5
	24.6	11.04	2.23			2.8

^{*)} Снято с графика с логарифмическими шкалами (USDA, 1954), Рис.

Таблица 3.4 Пример расчета коэффициента связи минерализации воды с электрической проводимостью по данным ионного состава

Место отбора	ЕСw, dS/m	Плотный остаток, г/л	миллиграмм - эквивалент.						гипотетические соли						Кср взв	Кф	Расхож- дение	В %
			HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na + K ⁺	Ca(HCO ₃) ₂	CaSO ₄	MgSO ₄	Na ₂ SO ₄	NaCl	MgCl ₂				
Ороситель Л - 6, "Вход"	2,18	1,715	2,198	5,076	19,219	6,986	9,864	9,135	0,178	0,326	0,594	0,288	0,297	-	0,8	0,8	0,0	-3,8
Канал Багамум, ф/х Бименбет Вх	2,05	1,505	2,001	5,076	16,952	6,986	6,905	9,135	0,162	0,339	0,416	0,288	0,297	-	0,8	0,7	0,0	4,9
Бименбет сброс Выход	2,77	2,890	4,002	9,588	33,321	8,982	17,755	20,488	0,325	0,339	1,069	0,774	0,561	-	0,8	1,0	-0,3	-24,6
Телентен сброс Выход	2,18	1,710	2,394	5,076	17,970	8,982	7,891	9,570	0,194	0,448	0,475	0,319	0,297	-	0,8	0,8	0,0	3,4
Ороситель Р - 8 - 3 Вх	2,06	1,485	2,001	4,512	17,285	7,984	5,918	9,787	0,162	0,407	0,356	0,375	0,264	-	0,8	0,7	0,1	16,5
Коллектор, К - 3-3 - 4 Вых	2,10	1,495	2,198	4,512	16,889	5,988	9,864	8,004	0,178	0,258	0,594	0,248	0,264	-	0,8	0,7	0,1	7,4
ПМ Жанажол ПВ - 11, Е - 1, оросит. Вх	2,38	1,760	2,394	6,204	17,456	8,982	8,878	10,135	0,194	0,448	0,534	0,279	0,363	-	0,8	0,7	0,1	10,6
ПМ Достык ПВ - 15 - 1 оросит. Вх	2,77	2,175	5,396	7,332	20,529	10,978	10,850	13,050	0,438	0,380	0,653	0,406	0,429	-	0,8	0,8	0,0	1,6
Жанажол ПВ - 11, Е - 1, коллектор Вых	13,04	11,230	11,398	51,324	104,054	22,954	55,238	88,776	0,924	0,787	3,326	2,660	3,001	-	0,7	0,9	-0,2	-19,1
М.О.О.Бала - Жарма ПВ - 13 - 2Г оросит.	2,37	1,755	2,608	6,204	17,368	7,984	11,837	7,395	0,212	0,366	0,713	0,085	0,363	-	0,8	0,7	0,0	3,7
М.О.О.Бала - Жарма ПВ - 13 - 2Г коллектор Вых	2,97	2,245	3,805	8,460	20,924	7,984	12,823	13,180	0,309	0,284	0,772	0,335	0,495	-	0,7	0,8	-0,1	-6,9
Достык ПВ - 15 - 1 коллектор	4,92	3,895	5,609	13,536	38,979	17,964	20,714	18,267	0,455	0,841	1,247	0,336	0,792	-	0,8	0,8	0,0	4,4
КХ "Эйл" карта 4 ПВ - 16 оросит	2,23	1,640	2,608	6,204	17,388	5,988	10,850	10,222	0,212	0,230	0,653	0,285	0,363	-	0,8	0,7	0,0	3,0
"Эйл" ПВ - 16 коллектор	13,48	11,255	9,397	51,324	111,384	21,956	55,225	93,960	0,762	0,855	3,325	3,028	3,001	-	0,7	0,8	-0,1	-13,2
Ново Шиелинск МК	2,23	1,590	2,001	5,076	16,037	6,986	6,905	8,613	0,162	0,339	0,416	0,251	0,297	-	0,7	0,7	0,0	-0,1
Ново Шиелинск МК	2,22	1,620	2,198	5,076	16,307	5,988	8,878	8,874	0,178	0,258	0,534	0,270	0,297	-	0,7	0,7	0,0	-5,7
К. Байгакум	2,16	1,658	2,001	5,076	17,513	6,986	9,864	9,004	0,162	0,339	0,594	0,279	0,297	-	0,8	0,8	0,0	1,7
К. Байгакум	2,25	1,595	2,001	5,076	17,409	6,986	9,864	9,048	0,162	0,339	0,594	0,282	0,297	-	0,8	0,7	0,1	14,7
Канал С - 3	2,14	1,510	2,198	5,076	16,764	5,988	8,878	9,004	0,178	0,258	0,534	0,279	0,297	-	0,7	0,7	0,0	5,2
Канал Р - 10	2,39	1,555	2,394	3,948	17,014	6,986	8,878	8,178	0,194	0,313	0,534	0,300	0,231	-	0,8	0,7	0,1	20,9
Р.Х. "Эсил"	4,53	2,055	4,002	14,100	22,776	13,972	19,728	7,873	0,324	0,678	0,811		0,460	0,297	1,1	0,5	0,6	137,6
Р.Х. "Эсил"	3,60	3,295	6,609	9,024	32,032	14,970	16,769	15,834	0,536	0,569	1,010	0,484	0,528	-	0,7	0,9	-0,2	-18,8
ПВ из ЛМК	2,42	1,995	3,608	7,332	22,588	5,988	17,755	9,570	0,293	0,162	1,069	0,159	0,429	-	0,8	0,8	-0,1	-8,0
ПВ 13 - 2Г	2,56	1,865	2,198	6,204	20,321	7,984	14,796	7,743	0,178	0,394	0,891	0,109	0,363	-	0,8	0,7	0,1	12,9
ПВ - 11 - Е - 1	4,76	3,765	6,806	14,664	36,111	12,974	20,714	23,577	0,552	0,420	1,247	0,633	0,858	-	0,7	0,8	-0,1	-10,4
Коллектор ЗКК	4,57	3,975	5,396	13,536	44,491	16,966	18,742	26,535	0,438	0,788	1,128	0,923	0,792	-	0,8	0,9	-0,1	-7,1
ПВ - 15 - 1 гол. соор.	2,93	2,190	4,198	6,768	22,921	9,980	13,810	9,874	0,340	0,394	0,831	0,221	0,396	-	0,8	0,7	0,0	2,3
Коллектор ЗКК	6,86	4,845	5,199	23,688	48,588	14,970	24,660	35,844	0,422	0,665	1,485	0,863	1,385	-	0,7	0,7	0,0	3,3
Конец сброс ПВ - 13 - 2Г	6,45	4,975	5,002	23,688	49,275	14,970	25,646	36,757	0,406	0,679	1,544	0,928	1,385	-	0,7	0,8	0,0	-5,4
Голов. Сброс	3,96	3,335	5,002	9,588	36,961	16,966	14,796	17,530	0,406	0,814	0,891	0,564	0,561	-	0,9	0,8	0,0	3,4
Коллектор К - 1	2,43	2,565	3,395	9,024	25,833	11,976	13,810	13,050	0,275	0,584	0,831	0,286	0,528	-	0,8	1,1	-0,3	-26,1
Коллектор К - 9	3,34	2,500	3,198	9,024	26,000	9,980	14,796	13,093	0,259	0,462	0,891	0,289	0,528	-	0,7	0,7	0,0	-3,4
Коллектор К - 3	3,48	2,500	3,608	9,588	26,145	11,976	11,837	13,267	0,293	0,570	0,713	0,261	0,561	-	0,7	0,7	0,0	-2,7
Канал А - 6 хвост	2,18	1,520	2,394	5,076	16,806	5,988	9,864	9,048	0,194	0,245	0,594	0,282	0,297	-	0,8	0,7	0,1	10,7
Канал Р - 8	2,05	1,540	2,198	4,512	17,056	6,986	7,891	9,091	0,178	0,326	0,475	0,325	0,264	-	0,8	0,8	0,0	6,2
Канал Р - 8	2,01	1,570	2,198	5,076	16,702	6,986	8,878	9,091	0,178	0,326	0,534	0,285	0,297	-	0,8	0,8	0,0	3,1
Канал К - 4	3,32	2,550	4,395	9,024	26,707	10,978	15,782	13,354	0,356	0,448	0,950	0,308	0,528	-	0,8	0,8	0,0	1,6
Канал Л - 6	1,96	1,560	2,198	5,076	16,868	5,988	9,864	9,135	0,178	0,258	0,594	0,288	0,297	-	0,8	0,8	0,0	-4,3

1. Шеримбетов Х.С., Министр по охране окружающей среды, (Госкомприрода Республики Узбекистан) "Развитие орошения и экологическое нарушения; природное и вторичное засоление и их влияние на продуктивность орошаемых земель и оросительной воды". Доклад в Тренинговом центре по Управлению водными ресурсами, НИЦ МКВК, Ташкент, декабрь 2001 г.
2. Усманов А.У "Руководство по использованию дренажных вод на орошение сельскохозяйственных культур и промывки засоленных земель", САНИИРИ им. В.Д. Журина, Ташкент 1986 г.
3. Никаноров, А.М. Посохов Е.В., 1985 г Гидрохимия, Гл. 5. Классификация природных вод по химическому составу и минерализации. Способы выражения химического анализа воды. 5.1 Классификация по химическому составу, с.66 – 68.
4. Глухова Т.П., Стрельникова Г.А. Минерализованные воды Узбекистана как резерв орошения. Ташкент, ФАН, 1983г.
5. Широкова Ю.И., Чернышёв А. К "Экспресс-метод определения засоленности почв и воды в полевых и экспедиционных условиях." Журнал "Водные ресурсы Центральной Азии" №1, 2000 г. (Ассоциация Узбекистана по устойчивому использованию водных ресурсов – СУВЧИ), стр. 45 – 48.
6. Широкова Ю.И Краткое содержание отчета 05.01.03 за 2001 г. "Оценка качества оросительной, дренажной и грунтовой воды на основе полевых наблюдений и лабораторных анализов в республиках ЦАР", сб. НИЦ МКВК, 2001 г.
7. ВУФМАС Исследование Водопользования и Управления в Сельском хозяйстве годовой Отчёт 1998 сельскохозяйственный год.
8. Agricultural Compendium, for Rural Development in the Tropics and Subtropics, Amsterdam-Oxford-New York-Tokyo, 1989.
9. Landon R. BOOKER TROPICAL SOIL MANUAL, 1991
10. Hillel D., Salinity Management for Sustainable Irrigation, 2000

МЕТОДЫ ВОДОСБЕРЕЖЕНИЯ И ЭКОНОМНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРОСИТЕЛЬНОЙ ВОДЫ В МАЛОВОДНЫЕ ГОДЫ

Ш.Ш. Мухамеджанов, к.т.н.

САНИИРИ им. В.Д. Журина

(Республика Узбекистан)

Орошаемое земледелие в Центральной Азии известно давно и насчитывает несколько тысячелетий. Как и в наше время народности, населявшие этот регион, при выращивании сельскохозяйственных культур испытывали недостаток в оросительной воде. Еще в древние времена при распределении оросительной воды существовала система ограниченного временного и количественного использования. Поэтому при использовании воды на орошение пользовались такими способами, которые позволяли ограниченным объемом воды своевременно полить весь имеющийся поливной участок. Из поколения в поколение переходили способы бережного отношения к воде, с годами развиваясь и совершенствуясь и которые дошли до наших времен. В настоящее время в староорошаемых зонах Центральной Азии и в частности в Узбекистане (Ферганская долина, Ташкентская область, Самаркандская область, Китабо-Шахризабская зона Кашкадарьинской области, Бухарский оазис, Хорезмский оазис) поливальщики наделенные большим опытом, при использовании воды на орошение учитывают различные показатели окружающей среды и почвы, и используют их при планировании полива. Особое значение в экономии оросительной воды имеет время очередного полива и особенно время первого полива. В зависимости от температуры почвы и воздуха определяют время посева семян, в зависимости от влажности почвы, которая определяется по ее пластичности определяется время полива. Близкое расположение к поверхности земли подземных вод используется как один из факторов редкого и щадящего полива. При помощи различной агротехнической