

## **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ФОРМИРОВАНИИ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ЦАР И ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОД ПОВЫШЕННОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ДЛЯ ОРОШЕНИЯ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ УЗБЕКИСТАНА**

### **Резюме:**

В статье приводится характеристика сложившейся обстановки в формировании водных ресурсов региона, особенностей орошения в условиях нарушенного сезонного и многолетнего регулирования стока рек, обоснование основных принципов применения вод повышенной минерализации в равнинной части Центральной Азии, с учетом возможных негативных последствий для почв. Даются теоретические подходы и анализ результатов экспериментальных исследований прошлых лет, а также новых опытов авторов. Приводятся результаты полевого изучения и моделирования процессов влаго-солепереноса в орошаемых почвах при использовании вод повышенной минерализации, а так же особенности режимов орошения в зависимости от степени дренированности территории и минерализации оросительной воды.

### **Введение:**

Воды повышенной минерализации в республиках Центрально Азиатского Региона встречаются повсеместно и особенно часто в нижнем течении рек, из-за сброса в них дренажных стоков вод с вышележащих орошаемых территорий. В низовьях Сырдарьи и Амударьи минерализация речной воды достигает 1,5 - 2,0 г/л.

Эта проблема возникла из-за того, что, исторически, водоприемниками дренажно-сбросного стока в долинах Среднеазиатских рек, как правило, служат сами источники. В обозримом будущем разрешить её до конца не представляется возможным, поэтому использование вод повышенной минерализации в местах их формирования является вынужденной палеотивой.

Основные водные ресурсы ЦАР формируются поверхностным стоком рек Амударья и Сырдарья с притоками. В каждом из рассматриваемых бассейнов рек имеется компонент неучтенного поверхностного притока, образованного многочисленными, но при этом незначительными сбросами временных водотоков, грунтовым притоком с горной и предгорной областей, а также за счет инфильтрации атмосферных осадков, которые не учитываются гидрометрическими методами.

Сток рек характеризуется существенной внутригодовой и многолетней неравномерностью. Внутригодовые колебания связаны с характером питания рек. У крупных рек значительна роль высокогорных снегов, снежников и ледников в формировании стока. У притоков их, имеющих пониженные водосборы, преобладает снегово-дождевое питание. Многолетние колебания стока связаны с циклическими изменениями климата. Коэффициенты вариации стока рек колеблется в широких пределах от 0,12 до 0,32. Колебания поверхностного стока рек из года в год весьма значительные: в мало-водный год (90% обеспеченности) сток на 20 км<sup>3</sup> меньше, чем в год средний по водности.

Группы многоводных лет наступают через 6-10 лет, имеют продолжительность 2-3 года,

чаще встречаются единичные.

Маловодные периоды наступают через 4-7 лет, имеют затяжной характер (до 6 лет).

Колебания годовых стоков в циклах весьма значительные. Так, например, сток р.

Амударьи за время 8- летнего маловодного цикла (1960/61 - 1967/68 гг.) составлял только 90% от нормы, а в течение двухлетнего многоводного цикла - (1968/69-1969/70 гг.) более 30% среднееголетнего значения. Сток р. Карадарьи за маловодный период (1962-66 гг.) т.е. за 5 лет составил 73% от среднееголетнего значения, за два многоводных года (1979,1980 гг.) - превысил норму на 22%.

Среднееголетние водные ресурсы основных рек бассейнов приведены в табл. 1.

**Таблица 1 Среднееголетние водные ресурсы рек.**

А) Бассейн р. Амударьи (1932/33-1998/99г.г)

| Река - створ                             | Поверхностный сток, куб. км |            | Итого  |
|------------------------------------------|-----------------------------|------------|--------|
|                                          | учтенный                    | неучтенный |        |
| Вахш -Туткаул                            | 20,29                       | 0,05       | 20,34  |
| Пяндж - Нижний Пяндж                     | 34,02                       | -          | 34,02  |
| Кафирниган - сумма рек                   | 5,62                        | 0,12       | 5,74   |
| Сурхандарья - сумма рек                  | 3,77                        | 0,06       | 3,82   |
| Неучт. бок. Приточ.(с р. Кундуз)         | 4,12                        | -          | 4,12   |
| Итого по р. Амударье                     | 67,82                       |            | 68,059 |
| Кашкадарья - сумма рек                   | 1,07                        | 0,03       | 1,1    |
| Зарафшан -Дупули + Магианда-рья - Суджи) | 5,29                        | 0,2        | 5,49   |
| Итого в бассейне р. Амударьи             | 74,18                       | 0,46       | 74,64  |

Б) Бассейн р. Сырдарьи (1926/27-1998/99г.г)

| Река-створ                                                   | Учен. пов.сток | Неучтен. пов. сток | Подзем. приток | Инф.атм. осадков | Итого |
|--------------------------------------------------------------|----------------|--------------------|----------------|------------------|-------|
| Нарын                                                        | 14,02          | -                  | -              | -                | 14,02 |
| Реки Ферганской долины                                       | 11,89          | 0,75               | 0,99           | 0,5              | 14,13 |
| Чирчик, Ангрен,Келес                                         | 8,82           | -                  | 0,35           | 0,3              | 9,47  |
| Реки среднего течения                                        | 0,36           | -                  | 0,33           | 0,5              | 1,19  |
| Итого в бассейне р.Сырдарьи до Чарда-ринского. Водохранилища | 35,09          | 0,75               | 1,67           | 1,3              | 38,81 |
| Всего в бассейнах Амударьи и Сырдарьи                        | 109,3          | 1,21               | 1,67           | 1,3              | 113,4 |

Цикличность в колебаниях стока рассматриваемых рек с длительными периодами маловодья усложняет хозяйственное использование водоисточников и предопределяет необходимость регулирования стока.

В бассейне р. Амударьи имеется возможность осуществления сезонного регулирования стока рек (Амударьи, Сурхандарьи, Кашкадарьи) обеспечивающего с 90% гарантией 60,7 км3 стока.

В бассейне р. Сырдарьи каскад водохранилищ (Токтогульское, Кайракумское, Андижанское, Чарвакское, Чардаринское) дает возможность полностью (до 93%) зарегулировать сток реки, т.е. осуществить практически полное многолетнее регулирование стока реки, но с 1991 г. верхнее, самое емкое Токтогульское водохранилище работает в энергетическом режиме, резко увеличив попуски (до 8 км<sup>3</sup>) в период невегетации и сократив их в вегетационный период (до 2 км<sup>3</sup> в маловодные годы). Подобный режим Токтогульского водохранилища снижает степень удовлетворения требований ирригационных водопотребителей в верхнем и среднем течении реки и приводит к ирригационным дефицитам в годы пониженной водности.

Кроме вышеназванных факторов на сток рек бассейна и их гидрохимический режим влияют отборы воды на орошение и притоки возвратных вод. Под воздействием этих факторов поверхностный сток претерпевает значительные изменения. Рост водозаборов из рек в ирригационные каналы и потери в руслах вызывают количественное уменьшение стока, а сбросы коллекторно-дренажных вод ухудшают его естественный режим и качество.

Тенденцию использования водных ресурсов для орошаемого земледелия и других водопотребляющих отраслей водного хозяйства можно проследить по многолетнему тренду безвозвратных изъятий из рек, представленному в таблице 3.

**Таблица 3 Многолетний тренд безвозвратных изъятий стока по участкам рек**  
А) Амударья, млн.м<sup>3</sup>

| Годы    | Верхнее течение (до г. Керки) | Среднее течение (Керки-Тюямуюн) | Низовья (Тюямуюн - Кызылджар) | Всего |
|---------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------|
| 1946-50 | 410                           | 1260                            | 8170                          | 9840  |
| 1951-55 | 380                           | 1420                            | 8170                          | 9970  |
| 1956-60 | 190                           | 3820                            | 9460                          | 13470 |
| 1961-65 | 190                           | 6430                            | 11350                         | 17970 |
| 1966-70 | -                             | 9340                            | 14380                         | 23720 |
| 1971-75 | 350                           | 1280                            | 17670                         | 30870 |
| 1976-80 | 450                           | 18450                           | 18640                         | 37570 |
| 1981-85 | 750                           | 22740                           | 19935                         | 43425 |
| 1986-90 | 1120                          | 24380                           | 15650                         | 41150 |
| 1991-99 | 1300                          | 22990                           | 19645                         | 43935 |

Б) Сырдаья, млн.м<sup>3</sup>

| Год     | Верхнее течение (до Кайракумского водохранилища) | Среднее течение (до Чардаринского водохранилища) | Всего до Чардаринского водохранилища |
|---------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------|
| 1946-50 | 4160                                             | 1545                                             | 5705                                 |
| 1951-55 | 6400                                             | 2080                                             | 8480                                 |
| 1956-60 | 9500                                             | 1890                                             | 11390                                |
| 1961-65 | 11860                                            | 3660                                             | 15520                                |

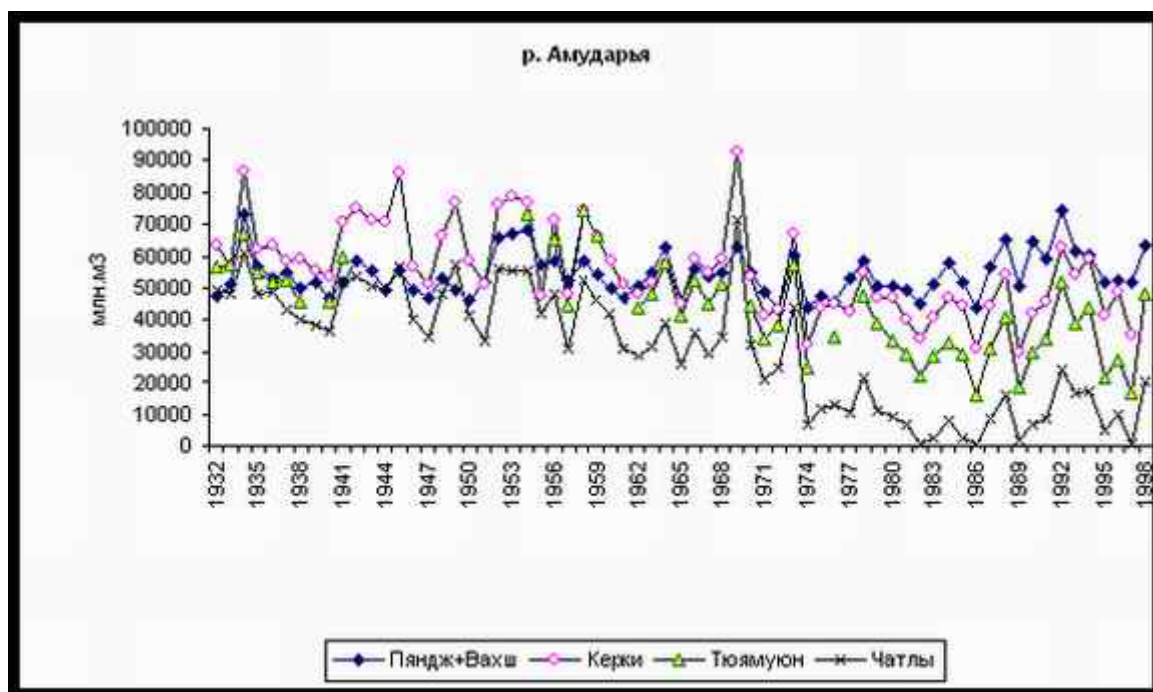
|         |       |      |       |
|---------|-------|------|-------|
| 1966-70 | 10380 | 3560 | 13940 |
| 1971-75 | 12650 | 5860 | 18510 |
| 1976-80 | 12960 | 6280 | 19240 |
| 1981-85 | 12330 | 6820 | 19150 |
| 1986-90 | 6910  | 6310 | 13220 |
| 1991-99 | 7380  | 7292 | 14672 |

По приведенным данным, безвозвратное потребление стока из рек увеличилось вдвое с начала 60-х годов, а на современном уровне - в четыре раза, относительно 30-40-х годов. Рис. 1 наглядно иллюстрирует уменьшение стоков по основным створам рек Сырдарьи и Амударьи под влиянием антропогенных факторов за период с 1932 по 1998 годы. Режим минерализации речного стока определяется природными и антропогенными факторами.

В верховьях рек в зоне формирования стока основными факторами, влияющими на режим минерализации, являются: водность года, период (паводок, межень), источники питания, литологический состав водовмещающих пород водосборного бассейна и др.

Ниже по течению, в зоне интенсивного использования стока под воздействием антропогенных нагрузок (водозаборов из рек, сбросов минерализованных вод) гидрохимический режим рек трансформируется, причем, изменение гидрохимического режима возрастает по мере удаления от зоны формирования стока.

В таблице 4 приведены значения минерализации в основных створах рек бассейнов Амударьи в различные годы.



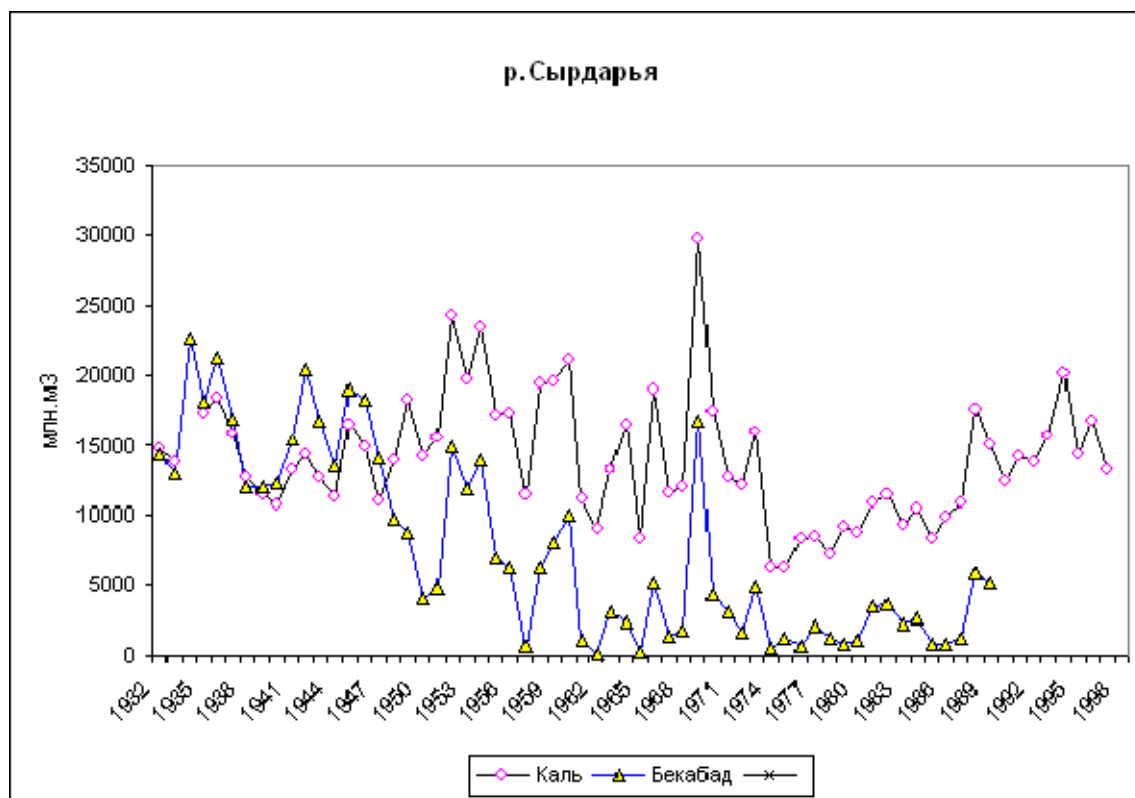


Рис. 1. Изменение годовых стоков в створах по длине рек за период 1932-1998 г.г. рек

**Таблица 4. Минерализация воды в реках, г/л**

| Река, створ            | Этапы орошения |         |         |         |         |         |
|------------------------|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                        | 1932-50        | 1951-60 | 1961-70 | 1971-80 | 1981-90 | 1991-99 |
| Бассейн р. Амударьи    |                |         |         |         |         |         |
| Вахш-Туткаул           | 0,41           | 0,42    | 0,43    | 0,44    | 0,45    | 0,45    |
| Пяндж - Ниж. Пяндж     | 0,38           | 0,39    | 0,40    | 0,40    |         |         |
| Сурхандарья - Жданова  | 0,3            | 0,32    | 0,35    | 0,38    | 0,40    | 0,42    |
| Сурхандарья - Мангузар | 0,57           | 0,6     | 0,88    | 1,08    | 1,2     | 1,2     |
| Амударья - Керки       | 0,50           | 0,51    | 0,57    | 0,59    | 0,57    | 0,57    |
| Амударья - Тюямуюн     | 0,51           | 0,52    | 0,58    | 0,75    | 1,12    | 1,12    |
| Амударья - Саманбай    | 0,51           | 0,52    | 0,64    | 0,75    | 1,2     | 1,2     |
| Кашкадарья -Варганза   | 0,26           | 0,27    | 0,28    | 0,30    | 0,31    | 0,35    |
| Кашкадарья-Каратикон   | 0,38           | 0,49    | 1,01    | 1,82    | 2,57    | 2,57    |
| Зарафшан-Дупули        | 0,22           | 0,23    | 0,24    | 0,24    | 0,24    | 0,25    |
| Зарафшан-Навои         | 0,55           | 0,73    | 0,88    | 1,22    | 1,22    |         |
| Бассейн р. Сырдарьи    |                |         |         |         |         |         |
| Нарын-Учкурган         | 0,28           | 0,29    | 0,29    | 0,3     | 0,3     | 0,3     |
| Карадарья-Кампыррават  | 0,3            | 0,31    | 0,32    | 0,35    | 0,40    | 0,42    |
| Карадарья-Учтепе       | 0,48           | 0,49    | 0,5     | 0,52    | 0,53    | 0,53    |
| Чирчик -Ходжикент      | 0,17           | 0,18    | 0,18    | 0,19    | 0,23    | 0,25    |

|                      |      |      |      |      |      |      |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|
| Чирчик-Чиназ         | 0,34 | 0,4  | 0,44 | 0,65 | 0,72 | 0,72 |
| Ангрен -Турк         | 0,12 | 0,12 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,13 |
| Ангрен-Солдатское    | 0,32 | 0,33 | 0,44 | 0,68 | 0,85 | 0,85 |
| Келес - устье        | 0,63 | 1,8  | 1,85 | 1,86 |      |      |
| Сырдарья-Каль        | 0,4  | 0,45 | 0,62 | 1,04 | 1,1  | 1,12 |
| Сырдарья-Кызылкишлак | 0,42 | 0,59 | 1,03 | 1,2  | 1,25 | 1,26 |
| Сырдарья-Кзылорда    | 0,48 | 0,7  | 1,13 | 1,27 | 1,8  | 1,82 |
| Сырдарья-Казалинск   | 0,49 | 0,78 | 1,2  | 1,4  | 1,9  | 1,92 |

Изменение минерализации по основным створам рек за период 1932-1999 приведены на рис 2.

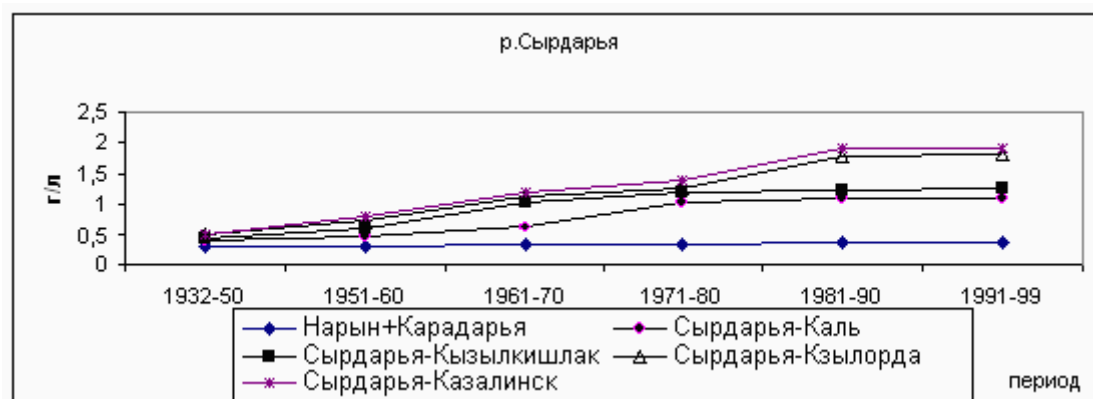


Рис.2. Изменение минерализации воды в основных створах рек

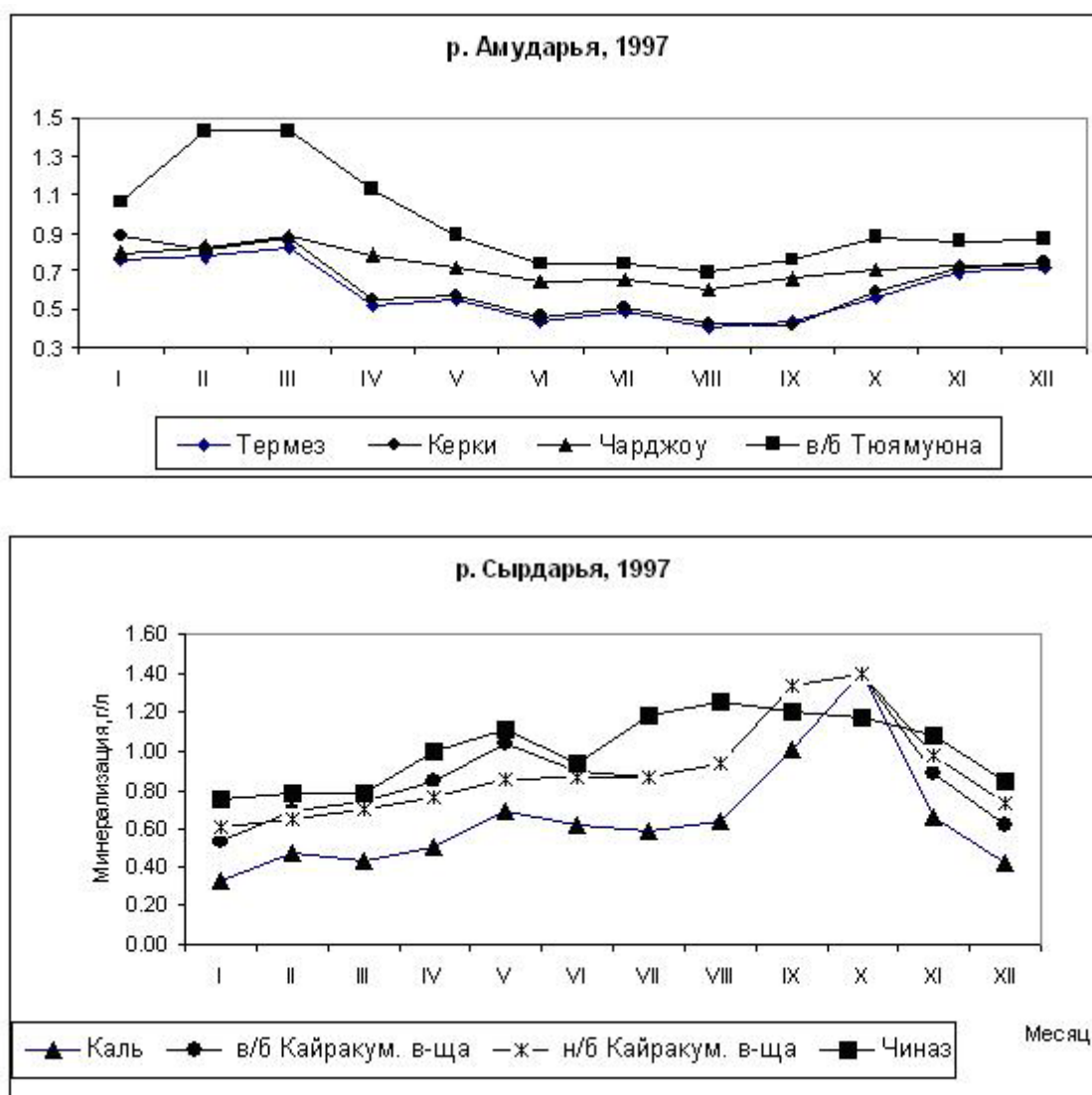


Рис. 3. Внутригодовой ход минерализации воды в основных створах рек

Приведенные выше материалы свидетельствуют о нарастании кризисных явлений в использовании водных ресурсов в ЦАР по мере возрастания безвозвратного водопотребления и загрязнения источников дренажно-сбросными водами, а также из-за частичной потери возможности сезонного и многолетнего регулирования стока рек. Эти нарушения в режиме регулирования стока источников и антропогенное загрязнение их вызывают серьёзные затруднения в орошаемом земледелии.

В периоды вегетации на территориях с дефицитом оросительной воды хорошего качества (в маловодные годы практически повсеместно) на полив используют дренажно-сбросные воды с минерализацией до 3 -5 г/л и более. Возможность использования минерализованных вод для орошения или промывок определяется не только физико-химическими свойствами почв, но и качеством вод по химическому составу (табл. 5). На оценку пригодности воды для орошения влияют: минерализация и химический состав оросительной воды; водно-физические свойства, гранулометрический состав и засоленность почв; степень естественной и искусственной дренированности земель; общие климатические условия; условия залегания и химический состав грунтовых вод; нормы, режим и способ орошения; агротехника и особенность сельскохозяйственных культур.

Особенностями почв южной части Среднеазиатского региона, где в основном развито орошение, являются: преобладание в гранулометрическом составе фракций пыли (Silt), и малое содержание ила (Clay), вследствие чего они имеют низкую ёмкость катионного обмена (до 10 - 15 мг-экв/100 г.). Почти повсеместно почвы содержат много кальция и поэтому имеют высокую буферность, что обуславливает почти полное отсутствие развития процессов солонцеватости. Для предотвращения накопления солей в зоне аэрации воды повышенной минерализации желательно использовать, прежде всего, для орошения почв, легких по гранулометрическому составу, обладающих высокой водопроницаемостью.

В рамках региональных проектов Вуфмас, ИВМИ, Коперникус, ОИМР и др. были выполнены анализы химического состава свыше 3000 проб воды, взятых в различных зонах Среднеазиатского региона, и проведена всесторонняя оценка их качества, включая проверку опасности осолонцевания почв при использовании для орошения в соответствии с классификацией, принятой ФАО [4]. Этот материал может послужить основой для формирования базы данных по химическому составу и минерализации их.

**Таблица 5. Объемы и качество возвратных вод в Узбекистане\***

| Бассейн<br>реки | Объем, млн.м3          |                                  |                                                      | Положение<br>по<br>течению<br>реки | Качество                                |                         |                   |
|-----------------|------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------|-------------------|
|                 | Возврат<br>ный<br>сток | Внутриконтурное<br>использование |                                                      |                                    | минерализация<br>дре-нажных<br>вод, г/л | показатель<br>SAR*(**** |                   |
|                 |                        | Фактическое                      | Можно<br>использовать,<br>без<br>переброски<br>стока |                                    |                                         |                         |                   |
| Сырдарьи        | 15503,0                | 885,0                            | 6227,4                                               | Верхнее                            | 0,90-<br>2,4(**                         | 1,04 -<br>4,11(***      | 0,82 -<br>2,8(*** |
|                 |                        |                                  |                                                      | Среднее                            | 3,4 -<br>8,45                           | 2,00 -<br>15,00         | 2,20 -<br>18,20   |
| Амударьи        | 22499,5<br>4           | 1715,9                           | 2869,8                                               | Верхнее                            | 1,55 -<br>2,36                          | 0,30 -<br>13,82         | 0,67 - 20,9       |
|                 |                        |                                  |                                                      | Среднее                            | 3,11 -<br>8,10                          | 2,06 -<br>15,26         | 3,60 -<br>18,04   |
|                 |                        |                                  |                                                      | Нижнее                             | 2,02 -<br>4,34                          | 3,39 -<br>12,80         | 5,39 -<br>24,70   |
| Всего           | 38002,5                | 2600,9                           | 9097,2                                               |                                    | 0,90 -<br>8,10                          | 0,30 -<br>15,26         | 0,67 -<br>20,94   |

Примечание: (\*) - По данным Водпроекта за 1988-1998 г.г. (с уточнением наличия стоков в маловодные годы по основным коллекторам).

(\*\*) - По данным Минсельводхоза (межхозяйственные коллекторы).

(\*\*\*) -По данным анализов лаборатории ПИиП САНИИРИ (преимущественно внутрихозяйственные коллекторы).

(\*\*\*\*) -SAR\* - показатель потенциальной возможности осолонцевания

Обработка выборки данных химического состава 357 проб воды с диапазоном минерализации от 0,215 до 70 г/л (по более десяти объектам, расположенным в бассейнах р.р.Сырдарьи и Амударьи), показала, что в интервале минерализации воды от 0,3 до 6,0

г/л SAR\* не превышает 9 (среднеопасный уровень по опасности осолонцевания). Установлено, что с точки зрения влияния химического состава по опасности осолонцевания воды с минерализацией до 2 г/л и почвенные растворы до 4 г/л имеют SAR\* = 3, являются неопасными, воды с минерализацией до 6 г/л и почвенные растворы до 9 г/л среднеопасны (SAR\* = 9). При более высоких концентрациях солей в водах и почвенных растворах имеется опасность осолонцевания, так как SAR\*, как правило, превышает 9. По влиянию на фильтрационные свойства почв практически все исследованные дренажные воды не опасны, поскольку, обычно применяются на орошение воды с минерализацией не выше 0,5-2 г/л.

Теоретической основой использования для орошения высокоминерализованных вод является то, что концентрация солей в них значительно ниже, чем в почвенных растворах. Для орошаемых почв оптимальная концентрация солей в почвенных растворах 3-5 г/л, при 6 г/л наблюдается слабое угнетение роста растения, 10-12 г/л сильное угнетение, при 25 г/л оно гибнет. [2].

Таким образом, воду с содержанием солей до 3-5 г/л теоретически (при условии свободного гравитационного стока и обеспечения непрерывной подачи воды) можно использовать, не причиняя ущерба растениям.

Однако на практике для участков орошения следует учитывать следующее: солеустойчивость для вида культуры и фазы развития растений; высокое испарение; недостаточное оперативное контролирование засоления или осмотического потенциала почвы; несвоевременность проведения поливов и низкий уровень их технологии; необеспеченность оттока вод (в т.ч. и из-за близкого залегания минерализованных грунтовых вод).

В этой связи воду с минерализацией свыше 5 г/л следует использовать более осторожно. Обязательно следует учитывать не только вид орошаемых культур, но и сорта, которые могут оказаться более чувствительны к солям. Применение дренажных вод для покрытия дефицита оросительной воды более перспективно для выращивания солеустойчивых культур (хлопчатник, озимая пшеница).

Если опасность процессов осолонцевания почв при использовании минерализованных вод отсутствует, наиболее важной является опасность вторичного засоления почв и ухудшения их свойств. В этом аспекте на основе собственных опытов по орошению хлопчатника и промывкам засоленных почв минерализованной водой авторами сделаны следующие выводы. На средне- и легкосуглинистых гипсированных почвах Ферганской долины (до 55% гипса, сумма поглощенных оснований 6,1 - 7,7 мг-экв/100 г.) в начальной стадии развития хлопчатника при односезонных поливах водой с минерализацией до 4 г/л, а в более поздние сроки вегетации - до 7 г/л, существенного ухудшения свойств почв не происходит. В почвенном поглощающем комплексе отмечается вытеснение кальция натрием и магнием (на 5-6% от суммы). Установлено, что увеличение содержания поглощенного натрия в почве связано с увеличением степени ее засоления и имеет обратимый характер, т.е. при промывке и орошении обычной речной водой соотношение обменных катионов натрия и магния снижается, а кальция увеличивается [3]. При общей недостаточной дренированности территории и хороших профилактических мероприятиях отмечена тенденция многолетнего накопления солей за счет применения для поливов минерализованных вод в опыте, проводившемся в Голодной степи в течение шести лет [6]. В зависимости от качества воды соотношения норм оросительных и промывных поливов при орошении хлопчатника и люцерны водой с минерализацией до 5,3 - 5,9 г/л (при SAR\* до 9,9 с оросительной нормой до 5 - 5,5 тыс.м<sup>3</sup>/га воды) в сочетании с промывкой в невегетационный период водой с минерализацией до 1,5 г/л в объеме 2,4 тыс.м<sup>3</sup>/га содержание солей и поглощенных катионов в почве менялось посезонно. Отмечено увеличение поглощенного натрия в почве (на шестой год орошения 15-25% к

исходному содержанию), которое в свою очередь повлияло на скорость впитывания воды в первые часы наблюдений. Других изменений свойств почв (капиллярные, полевая влагемкость, предел текучести и пластичности) при сравнении орошения обычной водой и минерализованной не отмечено. Однако установлено, что орошение водой свыше 1,5 г/л приводит к снижению урожаев как хлопчатника, так и люцерны [5].

Возможность промывок с использованием минерализованных вод основана на более высокой концентрации солей в почвенных растворах засоленных почв по сравнению с таковой в воде. Для оценки степени минерализации воды, приемлемой для промывки засоленных земель, можно предположить, что почвенный раствор можно опреснить до уровня концентрации, соответствующего уровню минерализации воды.

Расчеты на моделях, проведенные исходя из условия поддержания не вредящей урожаю концентрации солей в почвенном растворе, при использовании минерализованных вод на легких почвах (легкие суглинки, супеси и пески) показали, что: при минерализации воды 2 г/л норму надо увеличивать на 5-7%; 3 г/л на 20%, а при 4 г/л до 30-50%. На средних суглинках даже при минерализации воды 2 г/л подачу воды надо увеличить на 10%. Насколько реальна возможность такого увеличения оросительной нормы зависит от многих показателей, но, прежде всего, от глубины грунтовых вод и от дренированности участка, которая должна обеспечивать отток дополнительных объемов воды.

Для разработки подходов к управлению водно-солевым режимом почв использовалась модель, разработанная с участием А.Н.Морозова. Для заданных условий (исходное засоление почв опытного участка в Сурхандарье Шерабадского района в вариантах прогнозов: слабое, среднее и высокое, минерализация оросительной воды 1,5 и 3 г/л, фактические климатические данные 2001 г.) проведен прогноз изменения годовой оросительной нормы во времени для получения 100% урожая хлопчатника. Результаты моделирования показали, что для поддержания оптимальных для растений условий в многолетнем периоде для снижения соленакопления даже при слабом исходном засолении и минерализации поливной воды 1,5 г/л затраты оросительной воды с течением лет неизбежно нужно увеличивать (в сопоставлении с применявшимися на практике нормами) за счет промывной доли; по этой же причине при высоком исходном засолении в начале периода для орошения необходимы более высокие нормы водоподачи, а затем (по мере снижения засоления) требуемая водоподача уменьшается; необходимая дополнительная "промывная" доля объема воды зависит от минерализации воды, используемой для орошения: при повышении минерализации увеличивается оросительная норма. При минерализации поливной воды 1,5 г/л необходимая для поддержания оптимального режима оросительная норма с течением лет асимптотически приближается к 8000 м<sup>3</sup>/га, а при 3 г/л возрастает до 10000 м<sup>3</sup>/га. Если почвы не засолены, то при минерализации оросительной воды 3 г/л в течение четырех лет поливы сельскохозяйственных культур можно проводить без увеличения оросительных норм. (Рис. 4). Таким образом, многолетнее использование вод повышенной минерализации требует регулирования засоленности почв промывным режимом орошения или промывками. Их интенсивность прямо зависит от исходного засоления почвы и уровня минерализации применяемой оросительной воды.

В настоящее время в реальной ситуации, когда затруднен отвод грунтовых вод из-за плохого дренажа, сезонное засоление орошаемых земель почти повсеместно происходит не столько за счет качества оросительных, сколько за счет подтягивания солей, растворенных в грунтовой воде. При испарении в корнеобитаемую зону зачастую привносится больше солей, чем при поливах минерализованной водой.

Приближенные балансовые расчеты, выполненные для отдельных полей (по данным фактических наблюдений проекта ВУФМАС, 1996-1999 г.г.) показали, что в почвенный

слой сверху и снизу поступает примерно одинаковое количество солей при подаче поливной воды 7-8 тыс.м<sup>3</sup>/га с минерализацией 1,5 г/л и глубине грунтовой воды около 2 м с минерализацией 5-7 г/л. При недостаточной подаче на полив воды с поверхности, даже при поливах дренажной водой до 3 - 4 г/л, основная часть солей поступает из грунтовых вод за счет их высокой минерализации до 18-20 г/л (поля проекта в Сурхандарьинской области). Таким образом, в отдельных случаях недополив создает большую опасность для урожая выращиваемых культур и качества почв, чем применение разовых поливов соленой водой.

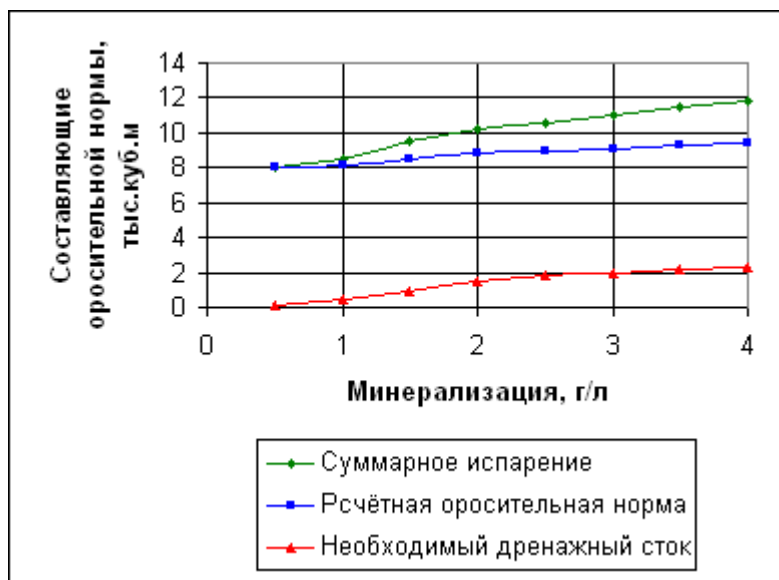


Рис.4. Прогноз изменения оросительных норм для сохранения в вегетационный период допустимого для хлопчатника уровня засоления при использовании поливной воды с минерализацией 1,5 г/л. (Сурхадарья, средние суглинки)

Таким образом, в республиках Средней Азии свойства почв, качество воды и состав основных сельскохозяйственных культур в большинстве случаев позволяют относительно безопасно применять коллекторно-дренажные воды, учитывая, что в регионе преимущественно выращиваются солеустойчивые культуры (хлопчатник, озимая пшеница). Отрицательным последствием может быть, в основном, соленакопление. Вследствие невысоких сорбционных свойств почв и большой доли кальциевых солей в воде и почве процессы осолонцевания почв практически исключаются. Соленакопление, как правило, приводит к увеличению долей обменного натрия и магния в поглощающем комплексе почв. Опыты показывают, что при рассолении эти процессы обратимы. Химический состав солей в местных водах и почвенных растворах позволяет сделать вывод, что с определенным риском токсикация растений (и, соответственно, потерей урожая) при условии контроля их концентрации и регулировании ее своевременными поливами теоретически можно использовать воду с минерализацией до 9 г/л. Однако, воды даже с минерализацией свыше 4-5 г/л использовать не следует. В случае же необходимости их применения обязательно следует учитывать вид орошаемых культур, так как они имеют различную солеустойчивость, изменяющуюся у некоторых видов по фазам развития, а также водопроницаемость и гранулометрический состав почвы. При этом важно не допускать засоления почв путем регулирования подачи дополнительных объемов воды. При наличии воды и хорошего оттока с поля это можно осуществлять в период вегетации, учащая поливы или завышая нормы "нетто". При недостаточности воды в вегетацию и плохой дренированности следует промывать почвы в невегетационный период. При орошении высокоминерализованными водами необходимо учитывать глубину залегания, отток и минерализацию грунтовых вод. В условиях

неглубокого (менее 2 м) их залегания даже при минерализации 4 г/л при недостатке подачи воды с поверхности и отсутствии гравитационных стоков через почву происходит засоление верхних горизонтов за счет солей, вносимых капиллярной подпиткой из грунтовых вод.

Отсутствие этих условий может привести к ощутимым потерям урожая. Контролируя засоление почв (концентрацию почвенного раствора), можно определить нарастание засоления и управлять этим процессом с помощью внеочередных поливов, по возможности, водой хорошего качества. При принятии решений о поливах водой из коллекторов необходимо знать гранулометрический состав почв, их водопроницаемость, дренированность участков, подлежащих орошению, контролировать минерализацию дренажно-сбросных вод и степень засоленности почв. При близком залегании минерализованных грунтовых вод и неудовлетворительной работе дренажа, особенно при тяжелых по гранулометрическому составу почвах, следует избегать применения дренажно-сбросных вод с минерализацией, превышающей 2-2,5 г/л, так как в этих условиях даже поливы обычной речной водой приводят к сезонному засолению почв. Увеличивать поливные нормы для обеспечения солевой вентиляции целесообразно только в условиях обеспеченной дренированности, либо при глубоком (более 3 м) залегании грунтовых вод.

Для правильного планирования использования вод повышенной минерализации необходимо провести районирование орошаемых земель по степени пригодности их для этих целей с учётом гранулометрического состава почв, химического состава и минерализации дренажно-сбросных вод, фактической дренированности территорий на основе имеющихся материалов изысканий и исследований.

## ***ЛИТЕРАТУРА***

1. Hillel D. Salinity Management for Sustainable Irrigation, 2000
2. Бабаев А.Х. Вопросы оценки качества воды для целей орошения и обводнения// Сб.научн.тр.-М., 1973 - с.12-23.
3. Глухова Т.П., Стрельникова Г.А. Минерализованные воды Узбекистана как резерв орошения. - Ташкент: Фан, 1983.
4. Booker Tropical Soil Manual, edited JR Landon
5. Морозов А.Н., Игнатилов В.Н. Изменение свойств почв и урожайности сельскохозяйственных культур при длительном орошении минерализованными водами // Сб. научн. тр. САНИИРИ и Средазгипроводхлопка.- Ташкент, 1986. С.53-62.
6. Широкова Ю.И. Использование коллекторно-дренажных вод на промывку засоленных почв новой зоны Голодной степи: Автореф.дисс. канд.с.-х. Наук - Ташкент, 1985.