

15. Черненко И. М. Проблема орошения и существования Аральского моря// Вестник Каракалпакского ФАН УзССР. 1981. № 1.
16. Черненко И. М. Моделирование фильтрации артезианских вод в котловину Аральского моря//Изв. высших учебных заведений. Геология и разведка. 1981. № 10.
17. Черненко И. М. Водно-солевой баланс и использование высыхающего Арала//Пробл. осв. пустынь. 1983. № 3.
18. Черненко И. М. Вопросы управления водно-солевым режимом Аральского моря//Пробл. осв. пустынь. 1985. № 1.
19. Черненко И. М. Еще раз о проблеме Арала//Пробл. осв. пустынь. 1987. № 4.

I. M. Chernenko

PERSPECTIVE PROBLEMS ON THE ARAL SEA SALVATION

Necessity of planning water tributaries use for replenishment of the Large sea eastern part cut off from the western part and the Small sea by a dam is grounded. This solution provides water level maintenance in the eastern part of the Large sea on 38 m abs. mark and its flowage and freshening by 2005 year. It will stop salinization of residual basin and restore its function as a regional salt receiver. Use of planning water tributaries on the whole area of water has not such effect. So according to our forecast the level will drop to 35. 8 m abs. by 2005 year and this process will continue that will result in irreversible ecologic catastrophe.

Б. Т. КИРСТА

ПРОБЛЕМА АРАЛЬСКОГО МОРЯ И КАРАКУМСКИЙ КАНАЛ

В последнее время с особой остротой дебатруется вопрос о судьбе Аральского моря. При этом нередко делается упор на то, что в кризисной экологической обстановке, сложившейся в низовьях Амударьи и прибрежной зоне Аральского моря в результате резкого уменьшения стока Амударьи и Сырдарьи, главную роль играет Каракумский канал. К сожалению, при обсуждении проблемы будущего Аральского моря, важной не только для Приаралья, но и всей Средней Азии, чаще всего приоритет отдается не фактам и выявлению истинных причин возникновения кризиса, а эмоциям. Это значительно проще, чем на основании глубокого беспристрастного научного анализа установить причину возникновения экологического кризиса. Еще более сложно наметить объективные мероприятия по его ликвидации.

Проблема Приаралья имеет два аспекта: негативные явления, вызванные резким падением уровня моря, сокращением его акватории и обсыханием дельт Амударьи и Сырдарьи; значительное ухудшение качества воды в низовьях указанных рек, особенно повышение их минерализации. Вследствие этого вода становится непригодной не только для питья, но и ее скоро нельзя будет использовать и для орошения земель. Оба эти аспекта достаточно тесно взаимосвязаны.

Учитывая многогранность указанной проблемы, мы остановимся только на вопросах, связанных с использованием вод Амударьи и их минерализацией, главным образом в пределах Туркменистана. Однако перед этим необходимо отметить, что будущую судьбу Аральского моря нельзя решать без учета особенностей той территории, которая относится к его бассейну. В первую очередь это касается бассейнов, питающих море Амударьи и Сырдарьи и прилегающих к ним районов. Ведь именно здесь разбирается их сток и решается судьба Арала.

В. Л. Шульцем [11] рассчитаны среднегодовые элементы водного баланса дельт Амударьи (за 1934—1961 гг.) и Сырдарьи (за

1934—1960 гг.). Для Амударьи без большой погрешности их можно принять за среднемноголетние значения, характерные до постройки Каракумского канала. Водозабор в последний начался с 1956 г. и возрос к 1961 г. с 26,7 до 131 м³/с [9]. Всего в Каракумский канал за 1956—1961 гг. было забрано 15,6 км³ воды, или 1,5% общего объема стока Амударьи, поступившего в Аральское море за 1934—1961 гг. (28 лет). Эта величина определенно не превышает возможных ошибок в расчете некоторых элементов водного баланса дельты Амударьи и ею можно пренебречь.

Как следует из табл. 1, суммарное среднемноголетнее поступление стока Амударьи и Сырдарьи в Аральское море составляло 51,58 км³/год из которых на долю первой приходилось 74,5%. Испарение же с поверхности моря равно в среднем за 1934—1962 гг. примерно 52 км³/год [12], то есть практически испарялся весь поступивший в него сток Амударьи и Сырдарьи.

Таблица 1

Водный баланс дельт Амударьи и Сырдарьи за 1934—1962 гг. по [11], км³/год

ПРИХОД		РАСХОД	
Приток амударьинской воды	46,6	Отток воды в Аральское море из дельты Амударьи	38,6
Приток сырдарьинской воды	15,2	То же Сырдарьи	13,2
Осадки на площадь дельты Амударьи	0,6	Потери воды на испарение и транспирацию в дельте Амударьи	8,6
То же Сырдарьи	0,2	То же Сырдарьи	2,2
Всего	62,6	Всего	62,6

В течение указанного периода не происходило существенного однонаправленного изменения уровня Аральского моря, который колебался около отметки 53,0 м, отклоняясь от нее в основном не более чем на $\pm 0,5$ м [11]. Поэтому можно считать, что для поддержания уровня моря в этих пределах в среднемноголетнем разрезе необходимо ежегодное поступление в него 51,8, или округленно 52,0 км³ воды.

Несколько большая величина — 55 км³/год — приводится в работе [5]. По данным [6], средний приток воды в море за 1932—1960 гг. около 50 км³/год. Однако авторы не указывают каким путем были получены эти величины, поэтому мы принимаем поступление стока, необходимого для поддержания среднего уровня Аральского моря в соответствии с расчетами В. Л. Шульца, в 52,0 км³. Не исключено, что после 1960 г. он должен быть несколько больше потому, что в связи с обсыханием дельт Амударьи и Сырдарьи несколько повысилась температура и уменьшилась влажность воздуха. За счет этого должно произойти некоторое увеличение испарения с приустьевых участков моря.

Принимая необходимый приток воды в Аральское море в 52 км³/год, получим, что для поддержания среднего уровня, равного 53 м, в него за 1956—1986 гг. должно было бы поступить 1612 км³ воды, из которых на долю Амударьи приходится 74,5%, или 1201 км³, а на долю Сырдарьи — 25,5%, или 411 км³. Как видно из табл. 2, за указанный период суммарный водозабор в Каракумский канал составил 236 км³, или 14,6% от необходимого стока в море.

Таким образом, утверждение, что Каракумский канал — основная причина усыхания Аральского моря и возникновения экологического кризиса в Приаралье, лишено каких-либо оснований. Он, конечно, оказал определенное влияние на изменение природных условий в низовьях Амударьи, но далеко не основное. Это подтверждает и сравнение водозабора в Каракумский канал с общим объемом стока Аму-

дарьи, поступившим в пределы Туркменистана. Всего за 1956—1986 гг. сток реки у г. Керки с учетом воды, забранной в Каракумский и Каршинский каналы, составил 1873 км³ (табл. 2). Это значение и можно принять без большой погрешности за сток Амударьи, поступивший на территорию республики. Из него, как указывалось, в Каракумский канал было забрано всего 236 км³, или 12,6%.

Таблица 2

Сток р. Амударьи у г. Керки и водозабор в Каракумский и Каршинский каналы, км³

Год	Фактический сток	Водозабор		Сток с учетом водозабора	Год	Фактический сток	Водозабор		Сток с учетом водозабора
		в Каракумский канал	в Каршинский канал				в Каракумский канал	в Каршинский канал	
1956	66,4	0,84	0	67,2	1972	44,0	8,63	0	52,6
1957	60,5	1,24	0	61,7	1973	66,9	9,40	0	76,3
1958	72,2	2,18	0	74,4	1974	32,2	9,40	1,06	42,7
1959	66,5	3,34	0	69,8	1975	43,5	9,56	2,58	55,6
1960	58,8	3,89	0	62,7	1976	44,9	9,33	2,48	56,7
1961	51,1	4,13	0	55,2	1977	42,6	9,46	2,92	55,0
1962	47,9	4,45	0	52,4	1978	54,2	10,70	2,93	67,8
1963	46,4	4,83	0	51,2	1979	47,8	11,00	3,34	61,8
1964	57,9	4,93	0	62,8	1980	46,8	11,10	3,26	61,2
1965	45,7	5,55	0	51,2	1981	40,1	11,90	3,50	55,5
1966	63,4	6,12	0	69,5	1982	33,7	10,20	3,63	47,5
1967	54,9	6,62	0	61,5	1983	41,0	11,40	4,48	56,9
1968	55,3	7,43	0	62,7	1984	47,1	12,10	4,93	64,1
1969	92,4	6,34	0	98,7	1985	44,5	12,10	4,95	61,6
1970	53,3	7,92	0	61,2	1986	31,1	10,70	4,16	46,0
1971	41,3	8,77	0	50,1	Всего	1593,6	235,66	44,22	1873,4

Представляет интерес сравнить водозабор в Каракумский канал с количеством воды, которое забирается из Амударьи до ее вступления в Туркменистан. На основании Государственного водного кадастра [1—4] за 1981—1984 гг. суммарный годовой водозабор в бассейне Амударьи выше ст. Келиф (то есть до прихода на территорию республики) колебался в пределах 492—689 м³/с, или 15,6—21,7 км³ (табл. 3). Всего за указанный период (4 года) выше Келифа было забрано 68,8 км³ воды. Это на 23,2 км³ больше, чем суммарный водозабор в Каракумский канал, составивший за 1981—1984 гг., 45,6 км³. Правда, одновременно из забранных выше Келифа 68,8 км³ назад в Амударью и ее притоки в виде сбросных вод было сброшено 34,2 км³, или 50%. Однако в то же время за указанные 4 года Каршинским и Аму-Бухарским каналом из Амударьи уже с территории республики было отведено соответственно 16,5 и 22,2 км³ воды.

Суммарный водозабор из Амударьи выше Келифа с учетом отводимой воды указанными каналами за 1981—1984 гг. составил 107,5 км³, что более чем вдвое превышает водозабор в Каракумский канал. С учетом поступивших назад в реки сбросных вод выше ст. Келиф эта величина уменьшится до 73,3 км³, что в 1,6 раза больше водозабора в Каракумский канал. Однако и ниже г. Керки разбор вод Амударьи продолжается. Выше теснины Тюямуюн, согласно [1—4], за 1981—1984 гг. было забрано 171,7 км³ воды, из которых обратно в реку в виде сбросных вод поступило 44,2 км³. Ф. Э. Рубцова [10] указывает, что ниже Тюямуюна забирается 38% суммарного изъятия стока из рек в бассейне Амударьи. Принимая это значение, получим, что за 1981—1984 гг. ниже указанного пункта водозабор составил не менее 65,2 км³. Сброс дренажных вод ниже Тюямуюна в реку незначи-

Характеристика водозабора и сброса воды в реку в бассейне Амударьи [1—4]

Пункт	Расстояние от устья, км	Год	Сток у пункта, км³	Количество водозаборов, шт.	Суммарный водозабор выше пункта, км³	Отношение водозабора к стоку у пункта, %	Количество сбросов, шт.	Суммарный сброс выше пункта, км³	Отношение сброса, %	
									к стоку у пункта	к водозабору
Ст. Келиф	1163	1981	—	269	21,7	—	261	9,56	—	44,1
		1982	—	189	15,7	—	220	8,55	—	54,5
		1983	—	196	15,8	—	206	7,51	—	47,5
		1984	—	194	15,6	—	223	8,57	—	54,9
Суммарный водозабор и сброс			—	—	68,8	—	—	34,2	—	49,7
Г. Керки	1045	1981	40,1	277	37,8	94,3	268	9,78	24,4	25,9
		1982	33,7	196	30,1	89,3	227	8,80	28,1	29,2
		1983	41,0	205	32,2	78,5	213	7,69	18,8	23,9
		1984	47,1	203	34,2	72,6	230	8,79	18,7	25,7
Суммарный водозабор и сброс			—	—	134,3	—	—	35,1	—	26,1
кишл. Ильчик	750	1981	29,5	300	46,4	157,3	280	10,8	36,6	23,3
		1982	23,6	226	38,5	163,1	243	9,65	40,9	25,1
		1983	28,7	228	41,0	142,9	228	8,39	29,2	20,5
		1984	32,3	224	43,1	133,4	243	9,74	30,2	22,6
Суммарный водозабор и сброс			—	—	169,0	—	—	38,6	—	22,8
Пгт Дарган-Ата	611	1981	33,7	302	46,4	137,7	282	12,4	36,8	24,7
		1982	25,0	227	38,7	154,0	247	11,1	44,4	28,8
		1983	32,2	231	41,0	127,3	231	9,4	29,2	22,9
		1984	39,8	228	43,2	108,5	246	11,2	28,1	25,9
Суммарный водозабор и сброс			—	—	169,1	—	—	44,1	—	26,1
Теснина Тюямуюн	519	1981	—	306	46,7	—	283	12,4	—	26,6
		1982	—	232	40,7	—	248	11,1	—	27,3
		1983	—	234	41,0	—	232	9,46	—	23,1
		1984	—	231	43,3	—	247	11,2	—	25,9
Суммарный водозабор и сброс			—	—	171,7	—	—	44,2	—	25,7

телен, так как они отводятся либо в Сарыкамышское озеро, либо в бессточные понижения.

Исходя из изложенного, можно принять, что общее изъятие воды из Амударьи и ее притоков с учетом возвращающихся в реку сбросных вод за 1981—1984 гг. составит $171,7 - 44,2 + 65,2 = 192,7 \text{ км}^3$, из которых на долю Каракумского канала приходится около 24% ($45,6 \text{ км}^3$).

Близкие результаты получим, если будем исходить из необходимого для поддержания среднего уровня Аральского моря ежегодного поступления 52 км^3 воды. Сток в него за 1981—1984 гг. должен был составить 208 км^3 . От этого объема водозабор в Каракумский канал составляет 22%.

При расчетах мы не учитывали стока Амударьи и Сырдарьи, необходимого для обводнения их дельт. С его учетом для сохранения существовавшего до 1960 г. среднемноголетнего уровня воды в Аральском море и обводнения дельт в них ежегодно, как следует из табл. 1, должно было поступать $61,8$, или округленно 62 км^3 воды, а за 1981—1984 гг. — 248 км^3 . По отношению к ним водозабор в Каракумский канал составляет 18,4%.

Таким образом, как бы мы не рассматривали роль Каракумского канала в возникновении проблемы Аральского моря и Приаралья, водозабор в него в настоящее время составляет не более 18—24% от общего изъятия воды из Амударьи и ее притоков. Суммарный же водозабор в канал за 1956—1986 гг. не превышает 15% от стока в Аральское море, поступление которого было необходимо для поддержания в нем среднемноголетнего уровня воды.

Особо стоит вопрос о роли поступающих в Амударью сбросных, главным образом, коллекторно-дренажных вод. С одной стороны, они несколько повышают водность реки, а с другой — загрязняют ее. Так, если бы выше Келифа за 1981—1984 гг. не поступило $34,2 \text{ км}^3$ сбросных вод, то за этот период сток Амударьи у г. Керки был бы на 21% меньше и составлял $127,7 \text{ км}^3$, а не $161,9 \text{ км}^3$. Соответственно стал бы меньше и сток реки в Аральское море, что способствовало еще большему понижению его уровня. В то же время именно сбросные воды — основная причина ухудшения качества воды в Амударье. Так, уже у г. Керки среднегодовая среднемноголетняя минерализация воды в реке за 1976—1986 гг. была выше ее среднего значения до 1971 г. на 54%. У кишл. Ильчик она возросла на 56%, а ниже по течению — существенно больше. По данным анализов 1976—1986 гг. минерализация воды в Амударье больше 1 г/л отмечалась в следующие месяцы:

г. Керки	г. Чарджоу	кишл. Ильчик	пгт Дарган-Ата
II—IV, IX, X	I—VI, VIII—X, XII	I—IV, VII, IX—XII	I—VI, VIII—XII

До 1971 г. минерализация выше 1 г/л наблюдалась у г. Керки только в декабре (1220 мг/л), а у кишл. Ильчик — в июле (1190 мг/л) [7]. В 1976—1986 гг. наибольшая минерализация у г. Чарджоу в мае, а у пгт Дарган-Ата в апреле 1986 г. превышала 4 г/л.

Значительное увеличение минерализации воды в Амударье связано со сбросом дренажных вод. В 1981—1984 гг. суммарный годовой объем поступающих в реку сбросных вод по отношению к фактическому стоку у замыкающего створа составлял 20—29% (см. табл. 3). За отдельные месяцы 1981 и 1982 гг. у Дарган-Ата он превышал 100%, то есть в эти месяцы как бы весь сток Амударьи формировался

ся за счет сбросных (дренажных) вод. При этом следует отметить, что существенный вклад в повышение минерализации воды в Амударье вносят сбросные воды выше ст. Келиф, где в 1981—1984 гг. они составляли 44—55% от годового водозабора. Водозабор в Каракумский канал практически не оказывает почти никакого влияния на ухудшение качества воды в Амударье, так как дренажный сток и возвратные воды с большей части орошаемых земель в реку не попадают, а отводятся в пустыню.

Представляет интерес вопрос о возможных путях решения проблемы Арала. Прежде всего следует отметить, что восстановление Аральского моря в размерах, которое оно имело в 60-е годы, невозможно. Как указывалось В. А. Духовным и др. в 1984 г. [5], с 1960 г., когда уровень воды в нем был около 53 м, он понизился на 10 м, то есть находился на отметке близкой к 43 м. Исходя из данных, приводимых Р. В. Николаевой [8], при таком понижении уровня объем водных масс в Аральском море должен уменьшиться с 1062 до 509 км³, то есть на 553 км³. Для восстановления моря в прежнем объеме необходимо, чтобы в него примерно в течение 10 лет поступал весь речной сток, формирующийся в бассейнах Амударьи и Сырдарьи.

Его объем примерно равен 117 км³/год [12]. При этом необходимо, чтобы из этих рек и их притоков был полностью прекращен водозабор, что практически неосуществимо. Если же в Аральское море суммарный сток Амударьи и Сырдарьи будет составлять 50—55 км³/год, что при существующем положении невозможно, то для его восстановления в прежних размерах потребуется не менее 50—100 лет.

Поэтому более реально говорить только о сохранении Арала в меньшем объеме. Публикации, посвященные этому вопросу, довольно многочисленны, некоторые из них рассматриваются в [5]. При этом следует отметить, что они, как правило, не затрагивают вопроса об улучшении качества воды в низовьях Амударьи и Сырдарьи, хотя он становится все более актуальным.

Как уже отмечалось, существенное увеличение минерализации воды в Амударье наблюдается не только в низовьях, но и у г. Керки. Оно обусловлено, в основном, поступлением сбросных вод в реки в верхней части бассейна Амударьи до ее вступления на территорию Туркменистана. Предполагаемое строительство трансмагистральных коллекторов для сбора дренажного стока и отвода его в Аральское море или естественные понижения (на правом берегу строительство коллектора уже начато) ликвидируют сброс дренажного стока в среднем и нижнем течении Амударьи. В верхнем течении и на притоках он будет продолжаться, а значит уже при вступлении реки в пределы Туркменистана минерализация ее воды будет повышена. Поэтому необходимы мероприятия по прекращению или хотя бы существенному уменьшению объема поступающих в реки сбросных вод и в верхней части бассейна Амударьи.

Так как основным источником сбросных вод является дренажный сток, то главное — его снижение. По нашему мнению, значительное уменьшение дренажного стока возможно за счет перехода на новую систему ведения орошаемого земледелия, основанную на управлении водно-солевым балансом орошаемых земель и прилегающих к ним территорий. Для управления водно-солевым балансом необходимо знать не только общее количество поданной на орошаемые земли воды и поступивших с ней солей, но и содержание влаги и солей в почве в различные периоды. Это позволит регулировать их поступление в соответствии с метеорологической обстановкой и создавать оптимальные условия для развития растений и получения максимального урожая. Управление водно-солевым балансом орошаемых земель позволит значительно сократить водозабор и сбросы оросительной воды, уменьшить дренажный сток и возвратные воды, предотвратить разви-

тие процессов вторичного засоления почв и ухудшение мелiorативных условий. Водно-солевой баланс неорошаемых земель, примыкающих к орошаемым, тесно связан с балансом последних и их необходимо рассматривать как единую систему.

Управление водно-солевым балансом орошаемых земель необходимо по всему бассейну Амударьи. Особенно важно оно в его горных и предгорных районах, где вследствие значительных уклонов и лучшей фильтрационной способности почв при орошении земель применяются повышенные поливные нормы, а доля сбросных вод может достигать 50% и более от водозабора (см. табл. 3). Наряду с этим, конечно, необходимо и проведение других мероприятий, направленных на уменьшение потерь воды как в ирригационной сети, так и на полях. К ним относятся замена оросительных каналов в земляном русле на каналы с противофильтрационным покрытием, лотки и трубопроводы; применение более современной агротехники, особенно способов полива (дождевания, внутрипочвенного и капельного орошения и др.), приведение поливных норм в соответствие с биологической потребностью сельскохозяйственных культур и т. д.

Все сказанное в отношении необходимых мероприятий в бассейне Амударьи в равной степени относится и к бассейну Сырдарьи, в низовьях которой минерализация повысилась еще больше.

Выводы

1. Строительство Каракумского канала не явилось основной причиной усыхания Аральского моря и возникновения экологического кризиса в Приаралье. Для поддержания среднегодовоего уровня воды в море, равного 53 м, за 1956—1986 гг. в него должно было поступить 1612 км³ воды, суммарный же водозабор в Каракумский канал за этот период составил 236 км³, или менее 15% от необходимого стока в Аральское море.

2. Каракумский канал практически не влияет на ухудшение качества воды в Амударье. Главной причиной повышения минерализации воды являются сбросные воды, объем которых еще до вступления на территорию Туркменистана превышает в отдельные годы 8—9 км³.

3. У г. Керки на долю сбросных вод, поступающих в Амударью и ее притоки, приходится 19—26%, а вбегая в устье реки из пределов республик Узбекистан и Таджикистан они составляют 28—44% годового стока в этих пунктах. У Дарган-Ата их объем в некоторые месяцы превышает фактический сток Амударьи.

4. Основным мероприятием по снижению минерализации воды в Амударье является прекращение существенное уменьшение сброса коллекторно-дренажных вод в реку и ее притоки. В этом может сыграть переход на новую систему ведения сельского хозяйства. Она должна быть основана на управлении водно-солевым балансом орошаемых земель и прилегающих к ним территорий.

Орлена Трудового Красного Знамени
Институт пустынь АН СССР

Дата поступления
28 февраля 1989 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный водный кадастр // Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. 1981 г. Туркменская ССР. Ашхабад, 1983. Т. 14.
2. Государственный водный кадастр // Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. 1982 г. Туркменская ССР. Ашхабад, 1983. Т. 14.
3. Государственный водный кадастр // Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. 1983 г. Туркменская ССР. Ашхабад, 1985. Т. 14.
4. Государственный водный кадастр // Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. 1984 г. Туркменская ССР. Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД. 1986. Т. 14.
5. Духовный В. А. и др. Проблема Аральского моря и природоохранные мероприятия // Пробл. оск. пустынь. 1984. № 6.
6. Израэль Ю. А. и др. Современное состояние и предложения по кардинальному улучшению экологической и санитарно-эпидемиологической обстановки в районе Аральского моря и низовьев рек Амударьи и Сырдарьи // Метеорология и гидрология. 1988. № 9.
7. Кирста Б. Т. Минерализация воды, химический сток рек Туркменистана и методы их расчета. Ашхабад: Илим, 1976.

8. Николаева Р. В. Основные гидрометрические характеристики Аральского моря//Проблема Аральского моря. М.: Наука, 1969.
9. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики. Средняя Азия. Туркмения. Л., 1967. Т. 14. Вып. 4.
10. Рубинова Ф. Э. Изменение стока р. Амударья под влиянием водных мелиораций в ее бассейне//Труды САННИ Госкомгидромета. 1985. Вып. 106 (187).
11. Шульц В. Л. Реки Средней Азии. Л.: Гидрометеоснабжит, 1965.
12. Шульц В. Л. Изученность водных ресурсов Средней Азии и пути их использования//Проблемы преобразования природы Средней Азии. М.: Наука, 1967.

B. T. Klrsta

PROBLEM OF THE ARAL SEA AND KARAKUM CANAL

Based on factual data the article proves that the Karakum canal is not the main cause of the Aral sea drying out. Its total water intake in 1956—1986 did not exceed 15% of the outflow necessary for maintaining the average sea level of many years. The main cause of water quality worsening is waste waters, drainage outflow mainly.