

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ КОЛЛЕКТОРОВ В НИЗОВЬЯХ АМУДАРЬИ И ЕГО СВЯЗЬ С ПОДЗЕМНЫМИ ВОДАМИ

Н. Г. Верещагина¹, А. А. Щетинников², В. Е. Чуб³, А. М. Мухаметзянова⁴

¹Канд. хим. наук (Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, Ташкент, Узбекистан)

²Старший научный сотрудник (Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, Ташкент, Узбекистан)

³Доктор геогр. наук (Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, Ташкент, Узбекистан)

⁴Техник первой категории (Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, Ташкент, Узбекистан)

Ключевые слова: Амударья, уровень подземных вод, коллекторы, каналы, орошаемые земли.

Аннотация. Описано, какими магистральными каналами орошаются и какими крупными коллекторами дренируются низовья Амударьи. Сравниваются водные режимы коллекторов и каналов, дана хронология их годовых расходов. Для выявления взаимозависимости стока коллекторов с подземными водами проанализированы результаты двух гидрогеологических съемок дельты Амударьи. Обнаружена гидравлическая связь стока коллекторов с уровнями подземных вод в скважинах, расположенных на их берегах.

Амударья – самая протяженная река в Средней Азии: примерно 1415 км от слияния ее составляющих Пянджа и Вахша до конца, который меняет свое местоположение в зависимости от водности года. Известная в эллинистическом мире под названием Окс, а в арабском – Джейхун, Амударья с древнейших времен была источником пресной питьевой воды и орошения огромных засушливых пространств, то есть источником жизни. С середины XX века, когда большая часть дельты Амударьи постепенно становилась засушливой территорией, здесь возростала не только сеть ирригационных каналов, но и строились крупные коллекторы. Амударья в низовьях течет в собственных отложениях, несколько возвышаясь над своим бассейном. Поэтому основная часть коллекторно-дренажных вод в Хорезме и Каракалпакстане поступает не в русло реки, а уходит в понижения рельефа – впадины и озера. В настоящее время коллекторно-дренажная сеть в основном состоит из горизонтальных дрён. Системы вертикального дренажа работают в пригородах, городах, а на орошаемых массивах в значительной мере заилены, их не очищают, и они не выполняют своих функций [1].

Республика Каракалпакстан является одной из засушливых частей Узбекистана: здесь в любой месяц повсеместно возможно полное отсутствие осадков или ничтожно малое их количество. За год в среднем за многолетие их выпадает от 90 до 150 мм [2].

Даже в многоводные годы в водообеспечении Каракалпакстана наблюдается дефицит, но приоритет в лимитированной водоподаче согласно Закону Республики Узбекистан «О воде и водопользовании» отдается питьевому и коммунально-хозяйственному водоснабжению, хотя 95,8% всего водопотребления в среднем за 2007–2011 гг. составляло орошение [3].

До использования значительной части стока Амударьи на орошение – 60-е годы прошлого столетия – не было острой необходимости в строительстве коллекторно-дренажной системы и отвода пополняющихся при орошении грунтовых вод за пределы орошаемых зон. Дальнейшее увеличение посевных площадей в северной и южной частях Республики Каракалпакстан под технические и зерновые культуры (хлопок, рис, джугара, подсолнечник) было невозможно без регулирования водного и солевого режима поверхностных и грунтовых вод путем отведения их за пределы поливных земель.

Воды на орошаемые земли Каракалпакстана подаются по следующим магистральным каналам: на левобережье – Суёнли, Кунград-Муйнак, Раушан, на правобережье – Жамбаскалинский, Кызкеткен, Пахтаарна, Куанышжарма, Кегейли. На левобережье крупнейший из них Суёнли, а на правобережье – Куанышжарма с пропускной способностью 310 и 200 м³/с соответственно. Все каналы текут в земляных руслах, поэтому их коэффициент полезного действия всего 0,55–0,60. Кроме них, существует разветвленная сеть межхозяйственных и внутрихозяйственных каналов.

Параллельно каналу Кызкеткен вдоль его левого берега построен новый магистральный канал «подпитывающий Кызкеткен» с пропускной способностью 245 м³/с.

В правобережной зоне низовий Амударьи построены и достаточно эффективно работают четыре магистральных коллектора – КС-1, КС-2, КС-3 и КС-4 с расходами в устьях от 15 до 30 м³/с, а на левобережье два коллектора – Кунградский КС (ККС) с расходом в устье 50 м³/с и Главный левобережный с расходом 10 м³/с. У коллекторов в дельте две важные функции: 1) отвод вод, часто довольно минерализованных, с орошаемых массивов после промывных и оросительных поливов; 2) пополнение озерно-болотных комплексов, а некоторые из них являются бывшими заливами Аральского моря. Например, озеро Жылтырбас, куда впадает коллектор КС-1, а коллектор КС-3 формирует озерно-болотный комплекс к востоку от этого озера – в многоводные годы они объединяются [4]. Коллектор ККС несет свои воды в озеро Судочье – озерно-болотный комплекс, включенный в список водоемов Рамсарской конвенции 2001 г.

Количество коллекторно-дренажных вод варьирует в довольно широких пределах. Так, в многоводном 2010 г. в Каракалпакстане их сформировалось 2,76 км³, а в маловодном 2011 г. – 1,26 км³, то есть в 2,2 раза меньше. В многоводном году их объем составил 7% от поступления воды в дельту по Амударье, а в очень маловодном 2011 г. – 10,6%. Такое явление возможно, так как вода в дельту подается не только по реке, но и по водоводу из Капарасского водохранилища. Оно входит в систему трех наливных Туямуюнских водохранилищ и имеет наименее минерализованную воду.

Поскольку коллекторы собирают воду с орошаемых массивов, то можно предположить, что сток в них определяется режимом поливов. Сравнение режимов стоков крупных магистральных коллекторов и каналов показало следующее. Например, коллектор ККС идет по землям, орошаемым каналом Суёнли. Внутригодовой ход расходов воды в этом коллекторе в среднем за 2005–2014 гг. такой: в декабре начинается рост расходов воды и в феврале–мае они мало меняются, оставаясь 11–15 м³/с, затем они растут до максимальных значений – 23–25 м³/с в августе. В сентябре начинается резкий спад до годового минимума в октябре–ноябре. Этот ход расходов воды в коллекторе отличается от изменений расходов в канале Суёнли, где начиная с октября в течение всей зимы вплоть до апреля расходы очень низкие.

В коллекторах КС-3 и КС-4, собирающих воду с земель, орошаемых каналами Кегейли и Куанышжарма, внутригодовой ход расходов почти полностью повторяет ход расходов в каналах: и в каналах, и в коллекторах высокие расходы приходятся на май–сентябрь, а максимумы отмечаются в среднем в августе в период максимальной транспирации и, следовательно, наиболее интенсивных поливов сельскохозяйственных культур.

Если в среднем за многолетие внутригодовой ход расходов воды в коллекторах имеет много общего с ходом их в каналах, то сравнение стока воды, например, в коллекторе ККС с поступлением воды в дельту по реке Амударье (гидропост "Саманбай") показало их существенное различие в разные по водности годы, особенно в маловодные. Так, в маловодном 2002 г. расходы в Амударье начали расти в июне и держались на уровне 200–350 м³/с до сентября, а в коллекторе ККС они увеличились в мае и удерживались высокими – 10–14 м³/с до октября. Внутригодовой ход стока реки Амударьи и коллектора ККС оказался сходным в многоводном 1993 г. Коллектор ККС выбран потому, что он течет поблизости от русла реки. Для лет любой водности максимум стока в коллекторе отмечается на месяц позже, чем максимум в реке Амударье. В отдельные годы, например в многоводном 2003 г., расходы воды в коллекторе ККС резко возрастают в период осенних дождей в ноябре, причем осенний максимум может превысить летний.

В очень маловодных годах, таких, как 2001, расходы в реке Амударье у гидропоста "Саманбай" так невелики, что расходы в коллекторе ККС могут оказаться больше амударьинских за счет большей роли в питании коллектора грунтовых вод.

В хронологическом ходе годовых расходов воды Амударьи у гидропоста "Саманбай" и коллектора ККС отмечается совпадение экстремальных значений максимумов в обоих водотоках. Однако в отдельные периоды сток в ККС может оставаться выше нормы, в то время как расходы Амударьи у гидропоста "Саманбай" опускаются существенно ниже нормы – 1993–1996 гг.

Хронологический ход годовых расходов воды самого водоносного коллектора КС-1 не всегда совпадает с ходом расходов в Амударье: на фоне небольших колебаний стока реки на уровне 600–

700 м³/с сток в коллекторе снижался (1992–1994 гг.) и в то же время в очень маловодном 2000 г. расходы в коллекторе повышались, то есть в маловодные годы, вероятно, увеличивается роль подземного питания в стоке этого коллектора.

В коллекторе КС-3 отмечалась почти полная идентичность хронологических изменений расходов воды с аналогичными в реке Амударье.

В самом дальнем от реки коллекторе КС-4, так же, как в КС-1, были периоды, когда колебания расходов в КС-4 не совпадали с колебаниями их в реке – 1991–1994, 1999 и 2005 гг. Можно предположить, что в такие годы коллекторы работают более эффективно и поступление в коллекторы подземных вод определяет колебания стока в них.

Поскольку сток воды в коллекторах обусловлен интенсивностью фильтрации на орошаемых землях, а она, в свою очередь, определяет пополнение запасов грунтовых вод, то сток в коллекторах в большей мере зависит от запасов грунтовых вод, чем сток в каналах. Чтобы проверить это, нами рассмотрены результаты двух гидрогеологических съемок, выполненных Каракалпакской гидрогеолого-мелиоративной экспедицией в октябре 2006 маловодного года и в октябре еще более маловодного 2008 года.

В октябре 2006 г. уровни грунтовых вод измерялись в 57 контрольных скважинах, из них 10 расположены на берегах коллекторов. На большинстве из этих 10 скважин уровни оказались высокими – 1–1,5 м ниже поверхности земли. В более засушливой восточной части дельты на берегу коллектора КС-3 уровни были ниже полутора метров – 1,7–2,3 м.

По данным этой съемки самые низкие уровни грунтовых вод измерены на междуречье Амударьи и канала Куанышжарма – от 6,5 до 10,2 м. Низкими они оказались также на берегах коллекторов КС-1 и КС-3 – от 6,4 до 10,2 м, а на берегу Главного левобережного – 4,8–5,5 м, что говорит о подпитывании грунтовых вод из русел коллекторов, так как при столь низких уровнях поступление подземных вод в коллекторы невозможно, поскольку глубины их русел редко превышают 4 м, и, следовательно, гидравлической связи между подземными водами и коллекторами в периоды стояния низких уровней этих вод не существует.

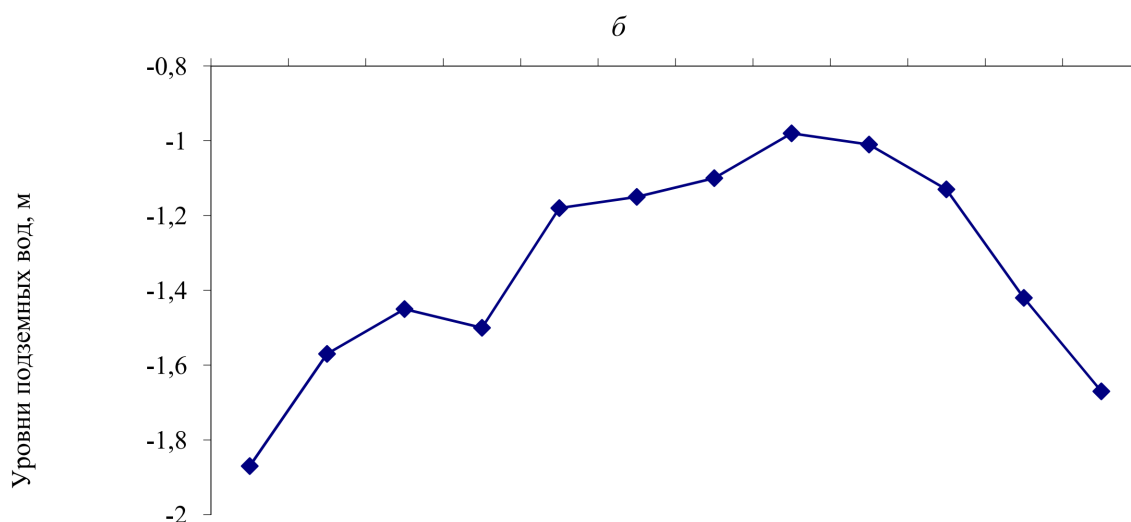
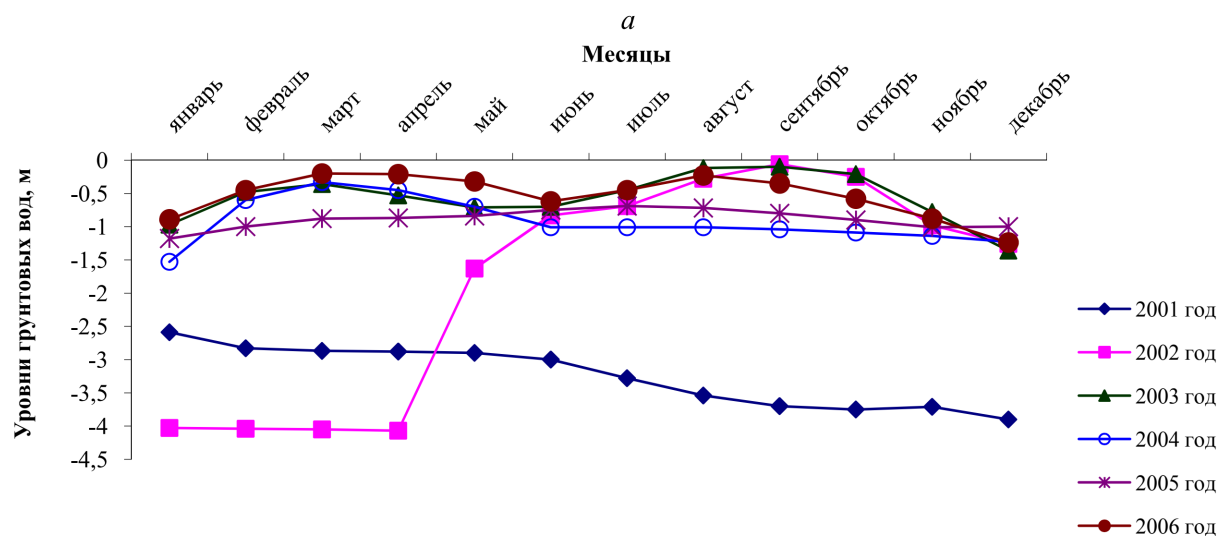
Также низкие уровни отмечены в октябре 2006 года на берегах озер Жылтырбас, Рыбацкий залив, Судочье – от 3,4 до 8,8 м. Самые высокие уровни грунтовых вод выявлены на берегах реки Амударьи – от 0,6 до 2,4 м; каналов Куанышжарма – от 0,7 до 1,5 м; Кегейли – 0,6–3,0; Суёнли – 1,0–1,4; Раушан – 0,5–1,3 м.

Однако на берегах канала Кунград-Муйнак они были низкими – от 2,6 до 9,6 м ниже поверхности. То же зафиксировано на северо-востоке Каракалпакстана на берегах Жанадарьи – от 1,8 до 3,2 м. Канал Кунград-Муйнак и в маловодные годы сухое русло бывшего канала Жанадарья идут по самым засушливым местам северо-запада и северо-востока Каракалпакстана. Вероятно, поэтому здесь нет гидравлической связи грунтовых вод с руслами этих водотоков и уровни подземных вод такие низкие.

В октябре самого маловодного за период 1991–2014 гг. 2008 года уровни грунтовых вод на большинстве из 65 мониторинговых скважин оказались на 1–5 м ниже, чем в октябре 2006 г. В то же время на берегах и коллекторов, и каналов среднегодовые уровни грунтовых вод в более маловодном 2008 г. были выше, чем в 2006 г., и не опускались ниже 4,5 м. Гидрогеологическая съемка проводилась осенью, а в период наивысшей транспирации растениями (июль–август) и потребности в питьевой воде Туямуюнским региональным водоводом из Капарасского водохранилища в этом маловодном году подавалось большее количество воды, и среднегодовые уровни подземных вод оказались выше, чем в 2006 году.

На скважине 357 ведутся режимные наблюдения: уровни подземных вод измеряют ежемесячно. Согласно этим данным в 2001–2006 гг. и в многоводные, и в маловодные годы внутригодовой ход уровней мало разнится: минимальные приходятся на ноябрь–январь, затем они растут до марта, вероятно, за счет фильтрации воды в период запасных и промывных поливов на орошаемых землях. Потом в мае наблюдается их спад, а следом – рост до максимальных значений в августе–сентябре и падение до декабря (см. рисунок, а).

Однако в некоторые маловодные годы ход уровней подземных вод внутри года может существенно отличаться от остальных лет. Так, в самый маловодный 2001 год уровни грунтовых вод падали в течение всего года от 2,5 до 3,7 м. В отличие от других маловодных лет, в мало-



Внутригодовые изменения уровней подземных вод в режимной скважине:
a – за 2001–2006 гг.; *б* – средних за 2005–2014 гг.

водном 2002 году в мае уровни поднялись с 4 до 1,5 м и до декабря оставались достаточно высокими, достигнув в сентябре поверхности земли. 2002 год оказался экстремальным не только по самым низким уровням стояния грунтовых вод в зимнее-весенний период, но и по самым высоким в сентябре (по данным наблюдений в скважине 357, расположенной в бассейне коллектора ККС). Резкий подъем уровней грунтовых вод в мае–июне, вероятно, связан со значительным попуском воды из Туямуюнского водохранилища – до $1700 \text{ м}^3/\text{с}$ в июне 2002 г., и в дельте у кишлака Саманбай расходы воды в это время также выросли от 5,25 до $401 \text{ м}^3/\text{с}$.

В то же время в многоводные годы уровни грунтовых вод в течение всего года держатся достаточно высокими, не опускаясь ниже 1 м. Например, в многоводном 2003 г. они изменялись в пределах всего 1 м от поверхности. Период относительно высоких уровней грунтовых вод совпал с периодом высоких расходов воды в реке Амударье (апрель–август) и в коллекторе ККС. Следовательно, в эти месяцы коллекторы интенсивно дренируют территорию, понижая уровни грунтовых вод, не давая им подниматься на поверхность земли и препятствуя в некоторой мере вторичному засолению земель. Это особенно важно, так как вся территория дельты Амударьи в гидрогеологическом отношении является зоной крайне затрудненного подземного стока. Поэтому площади поливных земель здесь всегда характеризуются повсеместной склонностью почв к вторичному засолению [4], а основной формой расходования грунтовых вод являются испарение и транспирация [5].

В среднем за 2005–2014 гг. уровни грунтовых вод колебались в режимной скважине от 1,9 м в январе до наибольшего значения, равного 1 м, в августе. На сравнительно высоком уровне они держатся в мае–октябре. В это же время наибольший сток отмечался в канале Суёнли и коллекторе ККС, на берегах которых расположена режимная скважина, что подтверждает тесную гидравлическую взаимосвязь водных режимов коллекторов, каналов и подземных вод (см. рисунок, б).

Судя по данным двух гидрогеологических съемок в октябре 2006 и 2008 гг., самые низкие уровни грунтовых вод наблюдались в северной части дельты на берегах бывших заливов Аральского моря, а ныне озера Жылтырбас, Рыбацкий залив, Судочье, Каратерен, Даутколь – до 10 и даже 24 м, а самые высокие – на берегах Амударьи, каналов и коллекторов, причем чаще всего в очень маловодном 2008 г. они были ниже, чем в 2006 г., – тоже маловодном, и изменялись от 0,5 до 1,5 м. И только на берегах канала Кунград-Муйнак уровни грунтовых вод были существенно ниже, чем на берегах других каналов. В этом канале расходы воды меньше, чем в остальных магистральных каналах, и, кроме того, этот канал течет по одной из самых засушливых территорий низовья Амударьи [2].

Итак, гидравлическая взаимосвязь грунтовых вод со стоком коллекторов наблюдается только вблизи от их берегов. На остальной части дельты в гидрогеологических скважинах измеряется уровень подземных вод, поступающих со всего подземного водосбора бассейна Амударьи и глубоких артезианских. Хотя базис эрозии реки Амударьи понизился на 29 м, общий поток подземных вод бассейна направлен в сторону чаши Аральского моря, и их уровень можно измерить в глубоких скважинах на обсохших участках бывшей дельты.

В маловодные годы на орошение и питьевое водоснабжение отбирают большее количество воды, и уровни грунтовых вод понижаются более заметно, чем в годы средней водности [4]. Так, осенью очень маловодного 2008 г. уровни в скважинах, далеко отстоящих от русел водотоков, были на 3–8 м ниже, чем осенью тоже маловодного 2006 г.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Курбанбаев Е.К. Выбор оптимальных мелиоративных режимов и параметров дренажа для условий Республики Каракалпакстан // Сборник научных трудов САНИИРИ к 80-летию САНИИРИ. – Ташкент: САНИИРИ, 2006. – С. 223-231.
- [2] Субботина О.И., Чанышева С.Г. Климат Приаралья. – Ташкент: Изд. НИГМИ, 2006. – 171 с.
- [3] Национальный доклад о состоянии окружающей среды и использовании природных ресурсов в Республике Узбекистан. – Ташкент: Изд. «Chinorenk», 2007. – С. 36-52.
- [4] Джалилова Т., Маткаримов Ж. Экологические проблемы водных и земельных ресурсов, влияющие на среду в условиях Приаралья // Проблемы обеспечения водными ресурсами сельских населенных пунктов в маловодные годы и пути их решения. – Ташкент: ГИДРОИНГЕО, 2008. – С. 39-45.
- [5] Курбанбаев Е.К., Артыков О., Курбанбаев С.Е. Интегрированное управление водными ресурсами в дельте реки Амударьи. – Ташкент: Global water partnership, 2010. – 145 с.

REFERENCES

- [1] Kurbanbayev Ye.K. Choice of optimal mode of melioration and parameters of water drainage for the conditions of Republic of Karakalpakstan // Collection of scientific works SANIIRI for the 80-th anniversary of SANIIRI. Tashkent, 2006. P. 223-231 (in Russ.).
- [2] Subbotina O.I., Chanysheva S.G. Climate of Priaralie. Tashkent: Publishing house NIGMI, 2006. 171 p. (in Russ.).
- [3] National report about condition of environment and use of natural resources in the Republic of Uzbekistan. Tashkent: Publishing house «Chinorenk». P. 36-52 (in Russ.).
- [4] Dzhaliilova T., Matkarimov Zh. Ecological problems of water and land resources influencing to the environment in conditions of Priaralie. // Problems of supply by water resources of settlements in low-water years and ways of their solution. Tashkent: GIDROINGEO, 2008. P. 39-45 (in Russ.).
- [5] Kurbanbayev Ye.K., Artykov O., Kurbanbayev S. Ye. Integrated water resources management in delta of Amudaria river. Tashkent: Global water partnership, 2010. 145 p. (in Russ.).

ӘМУДАРІЯ САҒАСЫНДАҒЫ КОЛЛЕКТОРЛАРЫНЫҢ ГИДРОЛОГИЯЛЫҚ РЕЖИМІ ЖӘНЕ ОНЫҢ ЖЕРАСТЫ СУЛАРЫМЕН БАЙЛАНЫСЫ

Н. Г. Верещагина¹, А. А. Щетинников², В. Е. Чуб³, А. М. Мухаметзянова⁴

¹Хим. ғылымы. канд. (Гидрометеорологиялық ғылыми-зерттеу институты, Ташкент, Өзбекстан)

²Аға ғылыми қызметкері (Гидрометеорологиялық ғылыми-зерттеу институты, Ташкент, Өзбекстан)

³Геогр. ғылымы. доктор (Гидрометеорологиялық ғылыми-зерттеу институты, Ташкент, Өзбекстан)

⁴Бірінші санатты техник (Гидрометеорологиялық ғылыми-зерттеу институты, Ташкент, Өзбекстан)

Түйін сөздер: Әмудария, жерастысуларының деңгейі, коллекторлар, каналдар, суармалы жерлер.

Аннотация. Мақалада Әмудария сағасын қандайда бір ірі коллекторлармен құрғату мен қандайда бір магистралды каналдармен суару сипатталған. Каналдар мен коллекторлардың су режимін салыстыратын олардың жылдық шығын хронологиясы жазылған.

Жерасты суларымен коллекторлар ағынының өзара байланысын анықтау үшін Әмудария атырауының екі гидрогеологиялық түсірілім нәтижелеріне талдау жасалды. Оның жағасында орналасқан скважиналардағы жерастысуларының деңгейіндей коллекторлар ағынының гидравликалық байланысын анықтады.

HYDROLOGICAL MODE OF MANIFOLDS IN THE LOWER REACHES OF AMUDARYA AND ITS RELATION TO GROUNDWATER

N. G. Vereschagina¹, A. A. Schetinnikov², V. E. Chub³, A. M. Mukhametzyanova⁴

¹Ph.D. (Scientific Research Hydrometeorological Institute of Uzhydromet, Tashkent, Uzbekistan)

²Doctor of Geographical science (Scientific Research Hydrometeorological Institute of Uzhydromet, Tashkent, Uzbekistan)

³Senior researcher (Scientific Research Hydrometeorological Institute of Uzhydromet, Tashkent, Uzbekistan)

⁴Technician first category (Scientific Research Hydrometeorological Institute of Uzhydromet, Tashkent, Uzbekistan)

Keywords: Amudaria, groundwater level, manifolds, channels, irrigated land

Abstract. In the article is described by which main channels the lower reaches of Amudaria are irrigated and by which main manifolds they are drained. Water modes of manifolds and channels are compared, chronology of their annual discharge is described.

For understanding of interrelation of manifolds discharge and groundwater there were analyzed the results of two hydro-geological surveys of Amudaria delta. There was revealed hydraulic interrelation of manifolds discharge and level of groundwater in wells located at their banks.