

более детально проработать вопросы по двум ключевым направлениям – это разработка схем устройства деривационных ОС на основе уже существующей ирригационной инфраструктуры и создание новых деривационных ОС на базе потенциала горных рек. Так как диапазон сочетаний исходных данных и конечных требований в предгорных зонах достаточно широк, то в этот диапазон попадут и все остальные районы для развития орошения на принципе деривационных ОС. При этом следует понимать, что потенциал их энергоэффективности во многом будет зависеть от величины начального командования источника орошения и его удаления от территории расположения ОС, а также принятых технических решений по реализации проекта.

Список использованных источников

1 Водная стратегия Российской Федерации на период до 2020 года от 27 августа 2009 г. № 1235-р // Гарант Эксперт 2016 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2016.

2 Щедрин, В. Н. Водные ресурсы – главный фактор развития орошаемого земледелия в России / В. Н. Щедрин, Г. А. Сенчуков, В. Д. Гостищев // Мелиорация и водное хозяйство. – 2014. – № 2. – С. 17–19.

3 Федеральное государственное бюджетное учреждение «Управление эксплуатации Большого Ставропольского канала» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ubsk.pf/index.php/o-bsk/istoriya-uchrezhdeniya>, 2015.

4 Википедия – сводная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki>, 2016.

5 РусГидро – «Каскад Кубанских ГЭС» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kkges.rushydro.ru/hpp/general>, 2016.

6 Официальный интернет-портал «Министерство сельского хозяйства Российской Федерации» Департамент мелиорации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mcx-dm.ru/gts/3927>, 2016.

7 Куприченков, М. Т. Почвы Ставрополя / М. Т. Куприченков. – Ставрополь, 2005. – 424 с.

УДК 626.82

Э. И. Чембарисов, Т. Ю. Лесник

Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем при Ташкентском институте ирригации и мелиорации, Ташкент, Республика Узбекистан

Р. Т. Хожамуратова

Каракалпакский государственный университет, Нукус, Республика Каракалпакстан

С. Р. Шодиев

Навоийнский государственный педагогический институт, Навои, Республика Узбекистан

Ю. С. Вахидов

Государственное унитарное предприятие «Геоинформкадастр», Ташкент, Республика Узбекистан

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ И ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ РЕКИ АМУДАРЬ В ПРЕДЕЛАХ УЗБЕКИСТАНА

В статье представлены характеристики гидрологического и гидрохимического режима реки Амударья в пределах территории Узбекистана. Изменение водности по длине реки рассмотрено на створах: теснина Тюямуюн, Кипчак, Саманбай, Кызылжар. Проведен анализ изменения минерализации речной воды за несколько лет на этих створах.

Ключевые слова: река Амударья, среднегодовые расходы воды, минерализация, химический состав воды, рассоление.

Решение проблемы устойчивого водозабора из трансграничной р. Амударьи в складывающейся экстремальной водохозяйственной обстановке имеет особое народнохозяйственное значение для жизни и развития многомиллионного населения шести областей Республики Узбекистан и Республики Каракалпакстан, расположенных в низовьях бассейна.

В связи с этим важное значение имеет анализ многолетних изменений гидрологического и гидрохимического режима воды р. Амударьи.

Бассейн р. Амударьи. Его площадь составляет 2686,6 тыс. км² и включает в себя не только территорию пяти Центрально-Азиатских республик, но и Афганистана (257,0 тыс. км²) и Ирана (65,0 тыс. км²). Бассейн р. Амударьи – самой многоводной реки Центральной Азии охватывает более 80 крупных рек, расположенных на территории Узбекистана, Таджикистана, Туркмении.

По условиям формирования стока бассейн р. Амударьи гидрологи разделяют на несколько частей:

- бассейн р. Пяндж, который, в свою очередь, состоит из двух гидрологических областей: Таджикский Памир, отличающийся сравнительным многоводьем, и очень маловодная южная часть бассейна на территории Афганистана;

- бассейн р. Вахш;

- бассейны рек, стекающих с южных склонов Гиссарского хребта (Кафирниган, Сурхандарья, Шерабад);

- бассейны Кашкадарьи и Зерафшана, которые должны быть отнесены по орографическим и гидрографическим признакам к бассейну р. Амударьи, хотя сами реки давно потеряли связь с Амударьей;

- равнинная часть бассейна, условно верхней границей области принят створ Керки.

За прошедшие годы гидрологические наблюдения на р. Амударье велись на гидрологических постах, указанных в таблице 1.

Таблица 1 – Гидрологические посты бассейна р. Амударьи
(по сведениям из фондов Узгидромета и БВО «Амударья»)

Название водного объекта	Местонахождение и название поста	Расстояние от устья, км	Площадь водосбора, км ²	Отметка нуля поста, высота, м	Период действия (число, месяц, год)
Амударья	Термез	1302	231000	289,72	01.10.1932
Амударья	Атамурат (Керки)	1070	309000	237,57	21.07.1910
Амударья	Бирата (Дарганата)	636	–	142,02	12.05.1955
Амударья	Тюямуюн	475	–	107,08	16.07.1924 (05.10.1979)
Амударья	Ташсака	467	–	105,23	10.06.1912 (17.04.1993)
Амударья	Бируни	399	–	91,00	01.03.1978
Амударья	Кипчак	308	–	76,20	07.03.1934 (01.01.2003)
Амударья	Ниетбайтас	263	–	71,00	15.03.1983
Амударья	Кызкеткен	257	–	70,00	17.03.1974
Амударья	Саманбай	240	–	65,00	17.11.1972
Амударья	Кызылжар	127	–	53,00	01.10.1950 (01.01.1974)
Амударья	Парлатау	54	–	46,00	22.05.1988

В бассейне р. Амударьи зону формирования стока можно ограничить створами Термез и Атамурат (Керки), зону транзита – створами Бирата (Дарганата) – теснина

Тюямуюн, зону рассеивания стока – створами Саманбай (г. Нукус) и Кызылжар.

Имеются данные за 1980–2013 гг. о среднегодовых расходах воды у створа теснина Тюямуюн. За этот период они изменялись от 298 м³/с (в 2001 г.) до 1640 м³/с (в 1992 г.) и 1530 м³/с (в 1998 г.) при норме стока 858 м³/с. Сведения об изменениях этих расходов за многолетний период у данного створа представлены на рисунке 1, а. На нем приводится линия тренда. На рисунке 1, а видно, что проведенная линия тренда направлена под углом к оси абсцисс графика в сторону понижения расходов воды, ориентировочно к 2030 г. они могут уменьшиться до 550–560 м³/с.



а



б

а – створ теснина Тюямуюн; б – створ Кипчак

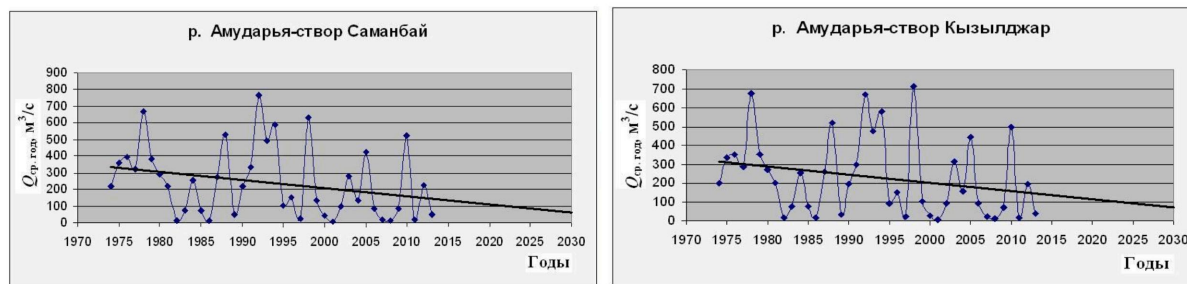
Рисунок 1 – Многолетние изменения среднегодовых расходов воды бассейна р. Амударьи с проведением линии тренда

У створа Кипчак данные о среднегодовых расходах воды имеются за 1980–2013 гг. За этот период они изменялись от 145 м³/с (в 2001 г.) до 1180 м³/с (в 1992 г.) и 1090 м³/с (в 1998 г.) при норме стока 574 м³/с. Сведения об изменениях этих расходов за многолетний период у данного створа представлены на рисунке 1, б. На нем приводится линия тренда. На рисунке 1, б видно, что проведенная линия тренда направлена под углом к оси абсцисс графика в сторону понижения расходов воды, ориентировочно к 2030 г. они могут уменьшиться до 420–430 м³/с.

Сведения о среднегодовых расходах воды у створа Саманбай имеются за 1974–2013 гг. За этот период они изменялись от 3,23 м³/с (в 2001 г.) до 765,00 м³/с (в 1992 г.) и 671,00 м³/с (в 1978 г.) при норме стока 239,00 м³/с. Изменения расходов за многолетний период у данного створа представлены на рисунке 2, а. На нем приводится линия тренда. На рисунке 2, а видно, что проведенная линия тренда направлена под углом к оси абсцисс графика в сторону понижения расходов воды, ориентировочно к 2030 г. они могут уменьшиться до 85–90 м³/с.

Сведения о среднегодовых расходах воды у створа Кызылжар имеются за 1974–2013 гг. За этот период они изменялись от 2,72 м³/с (в 2001 г.) до 676,00 м³/с (в 1978 г.) и 712,00 м³/с (в 1998 г.) при норме стока 230,00 м³/с. Изменения этих расхо-

дов за многолетний период у данного створа представлены на рисунке 2, б. На нем приводится линия тренда. На рисунке 2, б видно, что проведенная линия тренда направлена под углом к оси абсцисс графика в сторону понижения расходов воды, ориентировочно к 2030 г. они могут уменьшиться до 80–85 м³/с.



а

б

а – створ Саманбай; б – створ Кызылжар

Рисунок 2 – Многолетние изменения среднегодовых расходов воды бассейна р. Амударьи с проведением линии тренда

Специалистами установлен факт повышения минерализации воды и ухудшение ее химического состава в средних и нижних течениях крупных рек бассейна Аральского моря. При этом доказано, что основной причиной этого процесса является орошаемое земледелие, в результате этой деятельности в реки поступают все большие объемы возвратных (в том числе коллекторно-дренажных) высокоминерализованных вод с поливных угодий вместе с остатками удобрений и ядохимикатов [1–6].

Согласно бассейновому методу формирование жидкого, твердого и химического стока необходимо рассматривать в целом по отдельным бассейнам, начиная с зоны формирования стока, затем в зоне транзита, и наконец, в зоне его рассеивания.

При применении бассейнового метода необходимо связывать гидрохимический режим рек с данными по степени и типу засоления орошаемых почв – это одно из важнейших условий применения бассейнового метода.

Одно из основных научных положений бассейнового метода базируется на том, что значительные изменения минерализации и химического состава речных вод на постах, расположенных ниже орошаемых массивов, повторяют как бы в зеркальной форме закономерности опреснения засоленных почв и грунтовых вод по стадиям, выявленным в ходе исследовательских работ почвоведов-мелиораторов. В соответствии с этими результатами в таблице 2 приведены стадии рассоления орошаемых засоленных почв: от хлоридно-натриевой до содовой и гидрокарбонатно-кальциевой.

Таблица 2 – Общий характер рассоления природных территорий по стадиям (по В. А. Ковда, 1984)

Стадия рассоления	Возможный состав преобладающих ионов в зависимости от геохимических условий и продолжительности орошения
1	2
1 Хлоридно-натриевая	Хлоридно-натриевый (ХН), сульфатно-хлоридный натриевый (СХ – Н), гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридный натриевый (ГСХ – Н), гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридный магниевый-кальциевый-натриевый (ГСХ – МКН)
2 Сульфатно-натриевая	Хлоридно-сульфатный натриевый (ХС – Н), сульфатно-натриевый (СН), сульфатный кальциевый-натриевый (С – КН)
3 Сульфатно-кальциевая	Гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатный кальциевый (ГХС – К), сульфатно-кальциевый (СК), гидрокарбонатно-сульфатный натриево-кальциевый (ГС – НК)

Продолжение таблицы 2

1	2
4 Предсодовая	Сульфатно-гидрокарбонатный кальциево-натриевый (СГ – КН), сульфатно-гидрокарбонатный натриевый (СГ – Н), гидрокарбонатный натриево-магниево-кальциевый (Г – НМК) с содой или гидрокарбонатно-кальциевый (ГК) с содой
5 Содовая	Гидрокарбонатно-натриевый (ГН)
6 Послесодовая	Гидрокарбонатный натриево-магниево-кальциевый (Г – НМК) или сульфатно-гидрокарбонатный магниево-натриево-кальциевый (СГ – МНК), гидрокарбонатный магниево-кальциевый (Г – МК), гидрокарбонатный кальциевый (Г – К)

Согласно бассейновому методу общее изменение химического состава речных вод за длительный период времени (70–100 лет) должно идти обратным путем, т. е. гидрокарбонатно-кальциевая речная вода при попадании в нее легкорастворимых солей из почв, пород и грунтовых вод орошаемых массивов будет постепенно трансформироваться по преобладающим ионам в сульфатно-кальциевую, затем в сульфатно-натриевую и, наконец, в хлоридно-натриевую воду.

Естественно, что в некоторых речных бассейнах или ниже орошаемых массивов, расположенных по их длине, в силу различия их геохимических особенностей может наблюдаться несколько иная картина метаморфизации химического состава речных вод.

В бассейне р. Амударьи площадь земель, пригодных для орошения, составляет 12–14 млн га. Самые большие орошаемые угодья расположены в средней части бассейна р. Амударьи – в низовьях рек Кашкадарьи и Зерафшана. Если бассейны этих рек рассматривать отдельно, то наибольший фонд земель, пригодных для орошения, находится в низовьях рек – на территории Республики Каракалпакстан.

По природно-экономическим условиям в бассейне р. Амударьи (без Зерафшана и Кашкадарьи) выделяют три зоны: верховье, среднее течение, нижнее течение.

Верхнее течение, замыкаемое створом Керки (современное название Атамурат), составляет 14,5 % территории бассейна, включающей 22 % поливных земель. Здесь расположены Пянджский, Вахшский, Кафирниганский и Сурхан-Шерабадский ирригационные районы. Административно эти земли принадлежат Республике Таджикистан и Республике Узбекистан (Сурхандарьинская область).

Среднее течение (в основном территория Туркменистана и Узбекистана), замыкаемое створом теснина Тюямуюн, занимает 13 % площади бассейна и включает 40 % поливных земель.

В низовьях бассейна (территория Узбекистана и Туркменистана), замыкаемых створами Нукус (Саманбай, Чатлы) и Темирбай, сосредоточено 25 %, а в зоне Каракумского канала (территория Туркмении) 14 % орошаемых земель бассейна. Нижнее течение объединяет Тюямуюнский (Хорезмский и Дашогузский оазисы) и Тахиаташский ирригационный район (орошаемые территории Республики Каракалпакстан).

Изменение минерализации и химического состава воды р. Амударьи по отдельным временным периодам. Были исследованы следующие периоды: 1931–1940, 1951–1960, 1961–1970, 1971–1980, 1981–1990, 1991–2000, 2001–2010 гг. (сведения за 1941–1950 гг. в виду их малочисленности не обобщены).

В связи с развитием орошения минерализация воды р. Амударьи на створе Керки (современное название Атамурат) за прошедшие годы повысилась в 1,3 раза (с 0,50 до 0,67 г/л), при этом состав воды сменился с сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатного натриево-кальциевого (СХГ – НК) на гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатный натриево-магниево-кальциевый (ГХС – НМК). Этому способствовал рост минерализации речных вод в устьях Вахша, Пянджа и Сурхандарьи.

Ниже орошаемых земель среднего течения у створа Нукус (Саманбай и Чатлы) минерализация речной воды за прошедшие годы увеличилась в 2,4 раза (с 0,51 до 1,23 г/л), а химический состав воды сменился с гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатного натриево-кальциевого (ГХС – НК) на сульфатно-хлоридный магниевый-кальциево-натриевый (СХ – МКН).

В низовьях реки у створов Темирбай и Кызылжар минерализация воды за прошедшие годы увеличилась в 3,3 раза (с 0,51 до 1,65 г/л), а состав воды сменился с гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатного натриево-кальциевого (ГХС – НК) на сульфатно-хлоридный магниевый-кальциево-натриевый (СХ – МКН).

За прошедшие годы также изменилась минерализация воды в Аральском море. Если в 1951–1960 гг. она имела показатель 9–10 г/л, то в настоящее время возросла до 100–110 г/л при явном преобладании в составе солей сульфатов и хлоридов магния и натрия.

Особенности миграции главных ионов р. Амударьи. Были проанализированы математические зависимости содержания главных ионов от величины минерализации для створов: г. Термез, теснина Тюямуюн, г. Нукус (Саманбай), к. Кызылжар (рисунок 3).

В верховьях реки р. Амударьи у створа Термез среди анионов преобладает сульфатный ион, на втором месте – гидрокарбонатный ион, на третьем месте – хлоридный ион.

При этом, например, с ростом минерализации от 0,47 до 1,10 г/л содержание сульфатного иона возрастает с 0,10 до 0,32 г/л. Для данного иона коэффициент корреляции равен 0,82.

Среди катионов преобладает натрий, на втором месте – ион кальция, на третьем – ион магния. При этом с ростом минерализации от 0,47 до 1,10 г/л содержание иона магния возрастает с 0,18 до 0,48 г/л. Для данного иона коэффициент корреляции равен 0,58.

В низовьях реки у створа г. Нукус (к. Саманбай) среди анионов также преобладает сульфатный ион, на втором месте – хлоридный ион, на третьем месте – гидрокарбонатный ион.

При этом, например, с ростом минерализации от 0,96 до 3,30 г/л содержание сульфатного иона возрастает с 0,21 до 1,20 г/л. Для данного иона коэффициент корреляции равен 0,95.

Среди катионов преобладает натрий, на втором месте – ион кальция, на третьем – ион магния.

При этом, например, с ростом минерализации от 0,96 до 3,30 г/л содержание натрия возрастает с 0,10 до 0,63 г/л. Для данного иона коэффициент корреляции равен 0,96.

Таким образом, видно, что при движении речной воды от верховий к низовьям преобладающий химический состав изменяется с гидрокарбонатно-сульфатного кальциево-натриевого (ГС – КН) на хлоридно-сульфатный магниевый-кальциево-натриевый (ХС – МКН).

Выводы

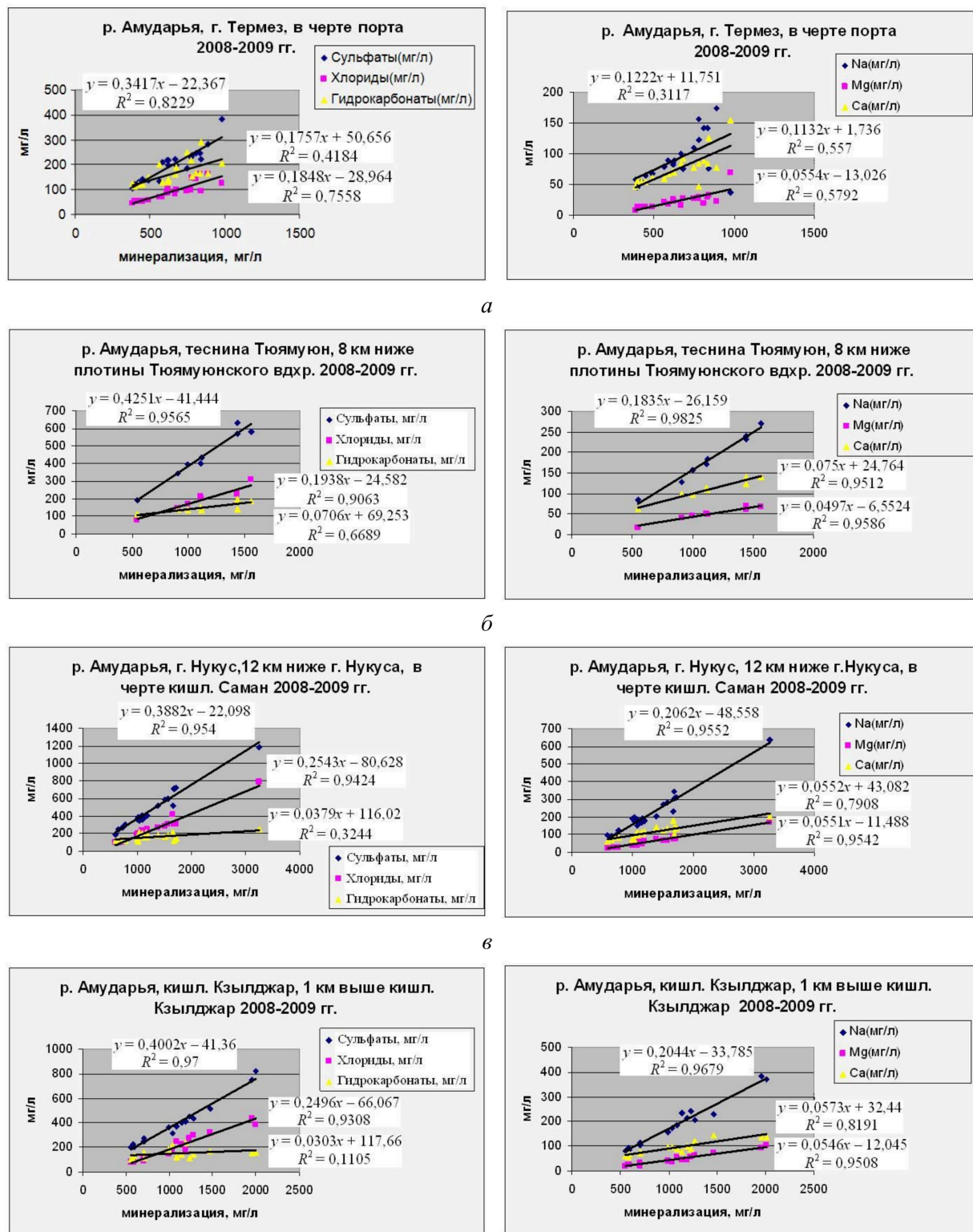
1 Рациональное использование водных ресурсов р. Амударьи и управление ими требует тщательного изучения ее настоящего и прежнего гидрологического и гидрохимического режима.

2 Проведенный анализ собранных гидрологических данных показал, что водность р. Амударьи в 1970–1990 гг. была выше, чем 2000–2015 гг.

3 За основу методического подхода принят бассейновый метод, когда минерализация и химический состав речных вод ухудшаются по мере поступления солей в результате рассоления почв и пород орошаемых массивов, оно происходит по определенным геохимическим стадиям: от хлоридно-натриевой до послесодовой.

4 Были проанализированы многолетние изменения минерализации и химического состава на гидрологических створах (за 1931–2015 гг.), замыкающих верхнее, среднее и нижнее течение р. Амударьи. Выявлено, что до впадения в Аральское море минерализация воды этой реки возросла с 0,51 до 1,65 г/л, а химический состав изменился с гидро-

карбонатно-хлоридно-сульфатного натриево-кальциевого (ГХС – НК) до сульфатно-хлоридного магниевое-кальциево-натриевого (СХ – МКН), это указывает на тот факт, что пока не произошло улучшения мелиоративного состояния орошаемых массивов.



а – Термез; б – теснина Тьюмун; в – Нукус (Саманбай); г – Кызылжар
(слева приведены графики связи для анионов, справа – для катионов)

Рисунок 3 – Зависимости изменения содержания главных ионов от величины минерализации воды р. Амударья у створов

Список использованных источников

1 Ковда, В. А. Проблемы борьбы с опустыниванием и засолением орошаемых почв / В. А. Ковда. – М.: Колос, 1984. – 240 с.

2 Чембарисов, Э. И. Методика гидроэкологического мониторинга оценки качества поверхностных вод / Э. И. Чембарисов, А. Б. Насрулин, Т. Ю. Лесник // Проблемы освоения пустынь: междунар. науч-практ. журн. – 2005. – № 1. – С. 32–36.

3 Минерализация и химический состав речных вод бассейна Амударьи / Э. И. Чембарисов, А. Б. Насрулин, Т. Ю. Лесник, Т. Э. Чембарисов // Проблемы освоения пустынь: междунар. науч-практ. журн. – 2013. – № 3–4. – С. 54–58.

4 Чембарисов, Э. И. Изучение современного гидрологического и гидрохимического режимов воды р. Амударьи в целях обеспечения гидроэкологической безопасности / Э. И. Чембарисов, А. Б. Насрулин, Т. Ю. Лесник // Водная, энергетическая и продовольственная безопасность в странах ВЕКЦА: проблемы и решения: сб. науч. тр. – Ташкент: НИЦ МКВК, 2013. – Вып. 6. – С. 141–148.

5 Чембарисов, Э. И. О многолетних изменениях водности рек бассейна реки Амударьи / Э. И. Чембарисов, Т. Ю. Лесник, А. Б. Насрулин // Водные ресурсы и водопользование: науч.-техн. журн. – 2016. – № 2(145). – С. 44–48.

6 Генезис, формирование и режим поверхностных вод Узбекистана и их влияние на засоление и загрязнение агроландшафтов (на примере бассейна реки Амударьи) / Э. И. Чембарисов, А. Б. Насрулин, Т. Ю. Лесник, Р. Т. Хожамуратова. – Нукус: Qaraqalpaqstan, 2016 – 188 с.