

УДК 556.531.314

Доктор геогр. наук Р.И. Гальперин \*  
Д.М. Бурлибаева \*

### ИЗМЕНЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕКИ ИШИМ

#### *ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ, ОБЩАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ, ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ, ПЕРИОД ПОЛОВОДЬЯ, ПЕРИОД МЕЖЕНИ*

*В настоящее время при обеспечении водоснабжения г. Астаны имеются большие проблемы, имеющие отношения к качеству воды р. Ишим. Данная же проблема в дальнейшем, т.е. после ввода в эксплуатацию второй очереди канала им. К. Сатпаева будет усугубляться за счет загрязненности р. Иртыш. Поэтому, с учетом современного состояния гидрохимического режима этих рек должны быть приняты превентивные меры по достижению качества питьевой воды г. Астаны до уровня существующих стандартов и норм. Данная статья посвящается современному состоянию гидрохимического режима р. Ишим.*

Для выявления многолетнего изменения гидрохимических показателей воды р. Ишим были выбраны 5 гидрохимических створов:

- 1) р. Ишим – г. Астана (выше города);
- 2) р. Ишим – г. Астана (ниже города);
- 3) р. Ишим – с. Каменный карьер;
- 4) р. Ишим – г. Петропавловск (выше города);
- 5) р. Ишим – г. Петропавловск (ниже сброса ТЭЦ-2).

При анализе гидрохимических данных были получены следующие результаты.

*Общая минерализация воды за период половодья (апрель). В створе г. Астаны (выше города) минерализация за период с 1941 по 2008 гг. увеличилась в 2,2 раза (в сравнении средних значений за 1941...1950 гг. – 240,5 и за 1999...2008 гг. – 534,4 мг/дм<sup>3</sup>), а по линии тренда – увеличилась в 1,8 раза (с 275,0 до 490,0 мг/дм<sup>3</sup>).*

---

\* КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

В створе г. Астана (ниже города) минерализация увеличилась в 1,8 раза (с 399,1 за 1984...2008 гг. до 705,9 мг/дм<sup>3</sup> за 1999...2008 гг.). По линии тренда произошло увеличение в 2,1 раза (с 390,0 до 835,0 мг/дм<sup>3</sup>).

В створе с. Каменный карьер наблюдается увеличение значений минерализации в 1,2 раза (с 472,3 за 1953...1962 гг. до 543,9 мг/дм<sup>3</sup> за 1999...2008 гг.). Анализ по линии тренда вывел увеличение минерализации в 1,7 раза (с 385,0 до 650,0 мг/дм<sup>3</sup>).

В створе г. Петропавловск (выше города) наблюдается увеличение минерализации в 1,4 раза (с 499,9 за 1941...1950 гг. до 695,6 мг/дм<sup>3</sup> за 1999...2008 гг.). Однако по линии тренда увеличение произошло в 1,2 раза (с 550,0 до 660,0 мг/дм<sup>3</sup>).

В створе г. Петропавловск (ниже сброса ТЭЦ-2) заметно небольшое уменьшение минерализации (с 657,3 до 636,2 мг/дм<sup>3</sup>).

Повсеместное увеличение минерализации можно связать с увеличением засоленности почв за счет аэрозольного переноса и миграции солей, а некоторое уменьшение в створе г. Петропавловск (ниже сброса ТЭЦ-2) – с наличием очистных сооружений при ТЭЦ, где осуществляется обессоливание и осаждение некоторого количества частиц.

*Общая минерализация воды за период половодья и перехода к межени (апрель-июнь).* В створе г. Астана (выше города) минерализация увеличилась в 1,4 раза (с 478,5 за 1941...1950 гг. до 664,5 мг/дм<sup>3</sup> за 1999...2008 гг.). Анализ линии тренда показал увеличение минерализации в 1,1 раз (с 475,0 до 525,0 мг/дм<sup>3</sup>).

В створе г. Астана (ниже города) минерализация увеличилась в 1,5 раза (с 530,2 за 1984...1993 гг. до 803,5 мг/дм<sup>3</sup> за 1999...2008 гг.). Однако по линии тренда произошло более заметное увеличение в 1,8 раза (с 495,0 до 890,0 мг/дм<sup>3</sup>).

В створе с. Каменный карьер минерализация увеличилась в 1,4 раза (с 441,2 за 1950...1959 гг. до 623,7 мг/дм<sup>3</sup> за 1989...2007 гг.), по линии тренда увеличение произошло в 1,6 раза (с 400,0 до 630,0 мг/дм<sup>3</sup>).

В створе г. Петропавловск (выше города) наблюдается увеличение минерализации в 1,3 раза (с 468,4 за 1941...1950 гг. до 620,1 мг/дм<sup>3</sup> за 1999...2008 гг.), в 1,2 раза – по линии тренда (с 480,0 до 590,0 мг/дм<sup>3</sup>).

В створе г. Петропавловск (ниже сброса ТЭЦ-2) тоже наблюдается увеличение минерализации, правда, незначительное.

Общее увеличение минерализации вод за этот период тоже можно объяснить постепенным засолением почв.

*Общая минерализация воды за период зимней межени (октябрь-февраль).* В створе г. Астана (выше города) наблюдается уменьшение минерализации в 1,1 раза (с 814,8 за 1948...1957 гг. до 776,8 мг/дм<sup>3</sup> за 1999...2008 гг.), а по линии тренда – в 2 раза (с 1120,0 до 550,0 мг/дм<sup>3</sup>).

В створе г. Астана (ниже города) происходит увеличение минерализации в 1,2 раза (с 842,0 за 1984...1993 гг. до 1025,6 мг/дм<sup>3</sup> за 1999...2008 гг.), по линии тренда – аналогичное изменение.

В створе с. Каменный карьер происходит увеличение минерализации в 1,5 раза (с 755,6 за 1956...1965 гг. до 1164,6 мг/дм<sup>3</sup> за 1999...2008 гг., аналогично и по линии тренда).

В створе г. Петропавловск (выше города) происходит уменьшение минерализации в 1,3 раза (с 924,2 за 1952...1961 гг. до 716,1 мг/дм<sup>3</sup> за 1999...2008 гг.).

В створе г. Петропавловск (ниже сброса ТЭЦ-2) наблюдается уменьшение минерализации в 1,1 раза (с 769,3 за 1987...1996 гг. до 722,1 мг/л за 1999...2008 гг.).

Уменьшение минерализации перед г. Астаной обусловлено осаждением частиц в Вячеславском водохранилище, а перед г. Петропавловском – в Сергеевском водохранилище. Уменьшение минерализации в створе г. Петропавловск (ниже сброса ТЭЦ-2) объясняется наличием очистных сооружений, в которых происходит некоторое осаждение загрязняющих элементов.

*БПК<sub>5</sub> за период половодья (апрель).* Биохимическое потребление кислорода (БПК<sub>5</sub>) – количество кислорода, потребляемого за определенное время при биохимическом окислении содержащихся в воде веществ в аэробных условиях. Наиболее часто употребляется значение БПК<sub>5</sub> – биохимическое потребление кислорода в течение 5 сут. Значения БПК<sub>5</sub> используются для оценки загрязненности водного объекта и легкоокисляющихся органических веществ.

В створе г. Астана (выше города) наблюдается уменьшение значения БПК<sub>5</sub> в 1,3 раза (с 2,715 за 1968...1977 гг. до 2,037 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> за 1999...2008 гг.), а по линии тренда уменьшение происходит в 1,7 раза (с 2,510 до 1,450 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>).

В створе г. Астана уменьшение БПК<sub>5</sub> произошло в 1,1 раза (с 2,307 за 1984...1993 гг. до 2,076 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> за 1999...2008 гг.), однако по линии тренда это уменьшение более заметно – в 1,3 раза (с 2,570 до 1,990 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>).

В створе с. Каменный карьер произошло уменьшение в 1,5 раза (с 2,465 за 1969...1978 гг. до 1,642 мг  $O_2/дм^3$  за 1999...2008 гг.). По линии тренда БПК<sub>5</sub> уменьшилось в 1,6 раза (с 2,780 до 1,740 мг  $O_2/дм^3$ ).

В створе г. Петропавловск (выше города) – БПК<sub>5</sub> уменьшилось в 1,4 раза (с 2,465 за 1969...1978 гг. до 2,091 мг  $O_2/дм^3$  за 1999...2008 гг.), но линия тренда свидетельствует о небольшом уменьшении характеристики (с 2,390 до 2,200 мг  $O_2/дм^3$ ).

В створе г. Петропавловск (ниже сброса ТЭЦ-2) уменьшение произошло в 1,2 раза (с 2,470 за 1987...1996 гг. до 1,985 мг  $O_2/дм^3$  за 1999...2008 гг.), а по линии тренда прослеживается уменьшение в 1,3 раза (с 2,610 до 1,970 мг  $O_2/дм^3$ ).

Как видно, повсеместно наблюдается уменьшение БПК<sub>5</sub>, что свидетельствует об увеличении потребления кислорода, следовательно, увеличивается количество легкоокисляемых загрязняющих веществ [1].

*БПК<sub>5</sub> за период половодья и перехода к межени (апрель-июнь).* В створе г. Астана (выше города) наблюдается уменьшение БПК<sub>5</sub> в 1,3 раза (с 2,620 за 1968...1977 гг. до 2,034 мг  $O_2/дм^3$  за 1999...2008 гг.), более четкое уменьшение наблюдается при анализе линии тренда – в 1,7 раза (с 2,650 до 1,600 мг  $O_2/дм^3$ ).

В створе г. Астана (ниже города) отмечено уменьшение в 1,1 раза (с 2,336 за 1984...1993 гг. до 2,128 мг  $O_2/дм^3$  за 1999...2008 гг.), по линии тренда уменьшение аналогично.

В створе с. Каменный карьер – уменьшение в 1,5 раза (с 2,349 за 1969...1978 гг. до 1,598 мг  $O_2/дм^3$  за 1999...2008 гг.), по линии тренда – в 1,6 раза (с 2,750 до 1,770 мг  $O_2/дм^3$ ).

В створе г. Петропавловск (выше города) – уменьшение в 1,6 раза (с 3,033 за 1968...1977 гг. до 1,927 мг  $O_2/дм^3$  за 1999...2008 гг.), однако по линии тренда уменьшение не столь значительно – в 1,4 раза (с 2,720 до 1,930 мг  $O_2/дм^3$ ).

В створе г. Петропавловск (ниже сброса ТЭЦ-2) – уменьшение в 1,2 раза (с 2,385 за 1987...1996 гг. до 1,932 мг  $O_2/дм^3$  за 1999...2008 гг.).

Как и в предыдущем случае, уменьшение БПК<sub>5</sub> объясняется увеличением количества легкоокисляемых загрязняющих веществ, в следствие этого наблюдается увеличение потребления кислорода на окисление.

*БПК<sub>5</sub> за период зимней межени (октябрь-февраль).* В створе г. Астана (выше города) произошло уменьшение БПК<sub>5</sub> в 1,4 раза (с 2,384 за

1969...1978 гг. до 1,695 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> за 1999...2008 гг.), однако по линии тренда это уменьшение более заметно – в 1,9 раза (с 2,670 до 1,400 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>).

В створе г. Астана (ниже города) отмечено незначительное изменение характеристики (с 2,042 за 1984...1993 гг. до 2,028 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> за 1999...2008 гг.).

В створе с. Каменный карьер – уменьшение в 1,3 раза (с 2,143 за 1970...1979 гг. до 1,611 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> за 1999...2008 гг.), а по линии тренда – уменьшение в 1,2 раза (с 2,100 до 1,750 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>).

В створе г. Петропавловск (выше города) – уменьшение в 1,4 раза (с 2,228 за 1970...1979 гг. до 1,597 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> за 1999...2008 гг.), по линии тренда – в 1,5 раза (с 2,330 до 1,560 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>).

В створе г. Петропавловск (ниже сброса ТЭЦ-2) – уменьшение в 1,1 раза (с 1,706 за 1987...1996 гг. до 1,575 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> за 1999...2008 гг.), аналогичный результат был получен и при анализе линии тренда.

Как и в предыдущих случаях, это объясняется увеличением потреблением кислорода на окисление вследствие увеличения легкоокисляемых загрязняющих веществ [2].

Визуально все эти изменения данной характеристики гидрохимического режима можно проследить на рис. 1-3.

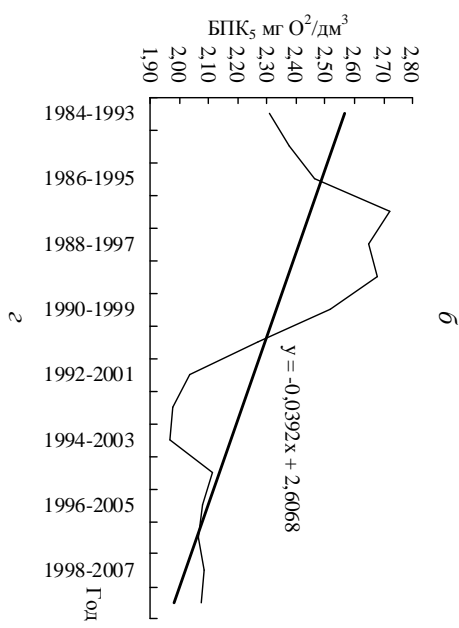
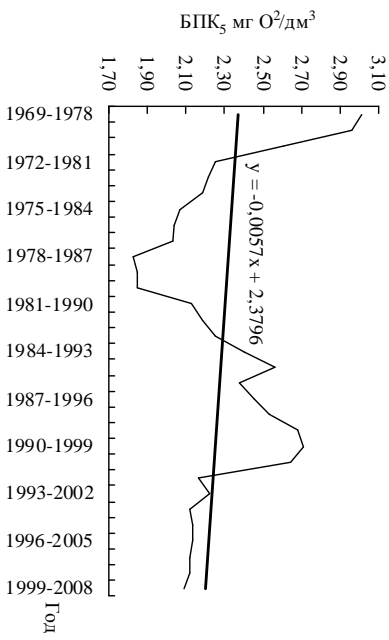
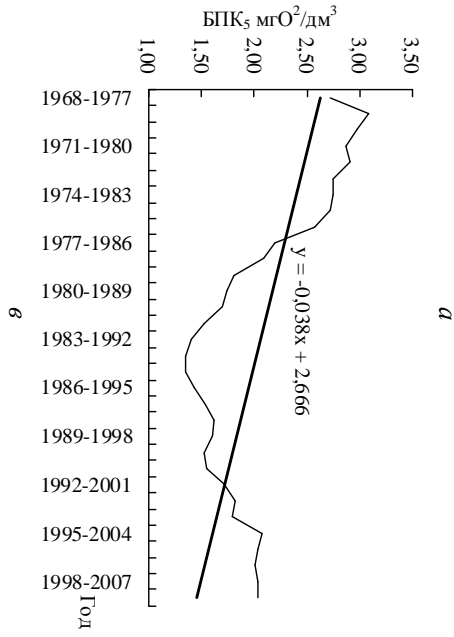
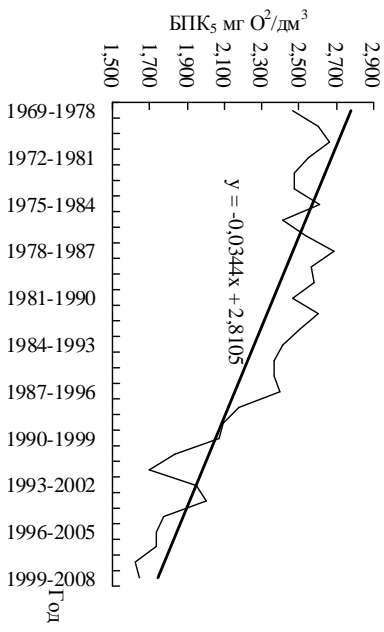
*Содержание гидрокарбонатов (НСО<sub>3</sub>) за период половодья (апрель).* В створе г. Астана (выше города) произошло увеличение концентрации гидрокарбонатов в воде в 1,2 раза (с 143,883 за 1941...1950 гг. до 144,375 мг/дм<sup>3</sup> за 1999...2008 гг.), по линии тренда – аналогичный результат – увеличение в 1,2 раза.

В створе г. Астана (ниже города) произошло увеличение содержания гидрокарбонатов в воде в 1,1 раза (с 138,093 за 1984...1993 гг. до 148,510 мг/дм<sup>3</sup> за 1999...2008 гг.), а по линии тренда – в 1,2 раза (с 132,000 до 158,000 мг/дм<sup>3</sup>).

В створе с. Каменный карьер при анализе линии тренда прослеживается увеличение в 1,2 раза (с 142,000 до 173,000 мг/дм<sup>3</sup>).

В створе г. Петропавловск (выше города) – особых изменений нет.

В створе г. Петропавловск (ниже сброса ТЭЦ-2) произошло увеличение в 1,2 раза (с 183,917 за 1987...1996 гг. до 217,000 мг/дм<sup>3</sup> за 1999...2008 гг.).



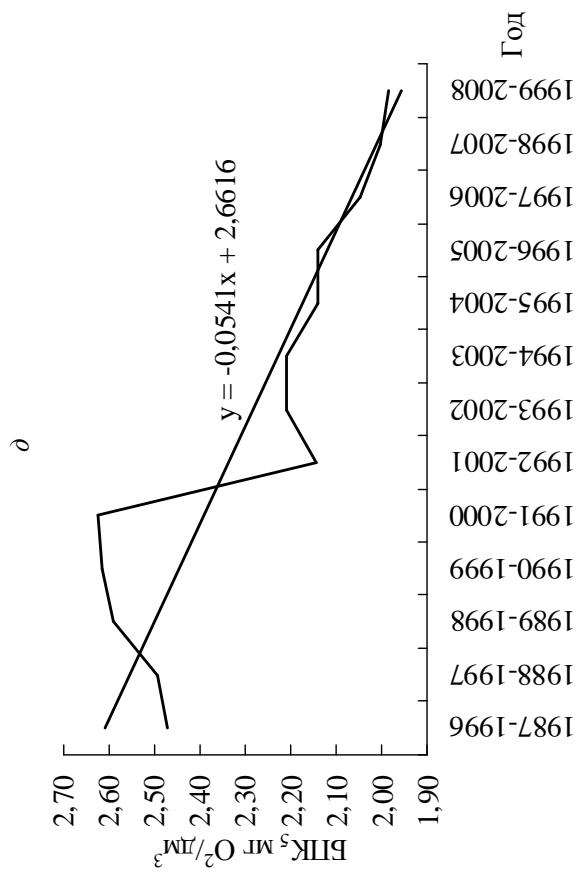
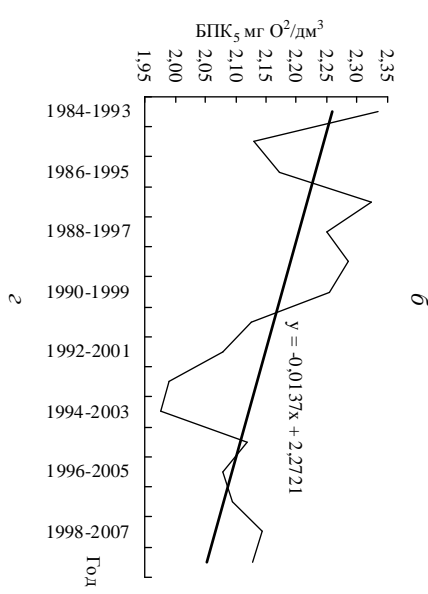
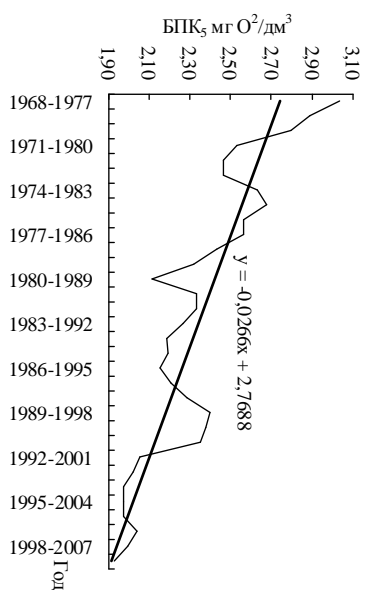
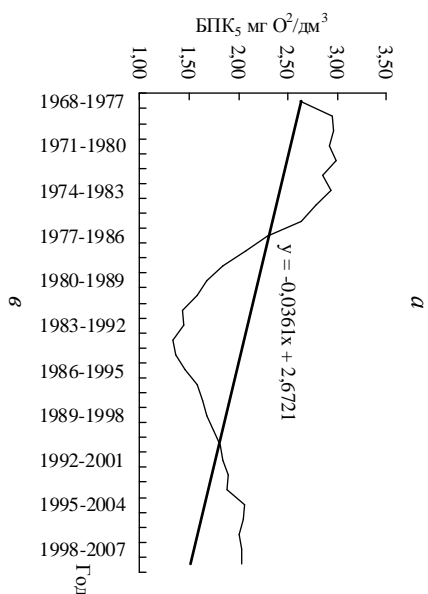
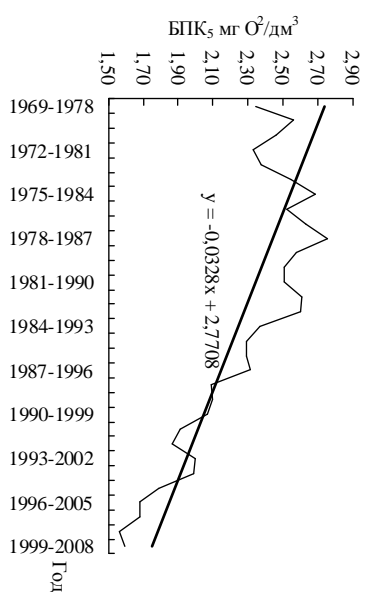


Рис. 1. Скользящие десятилетние средние значения  $BPK_5$  за апрель (период половодья) по створам:  
 а – р. Ишим – г. Астана (выше города); б – р. Ишим – г. Астана (ниже города); в – р. Ишим – с. Каменный карьер;  
 г – р. Ишим – г. Петропавловск (выше города); д – р. Ишим – г. Петропавловск (ниже сброса ТЭЦ-2).





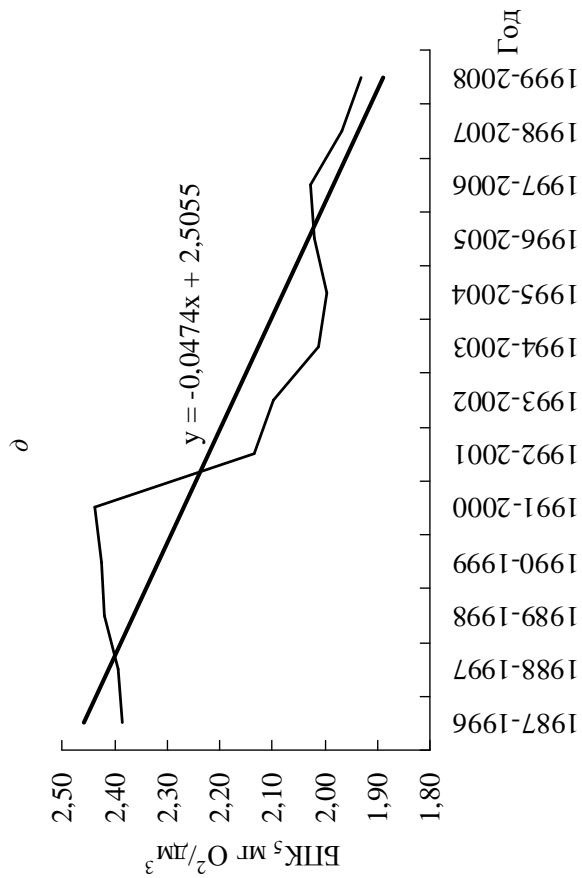
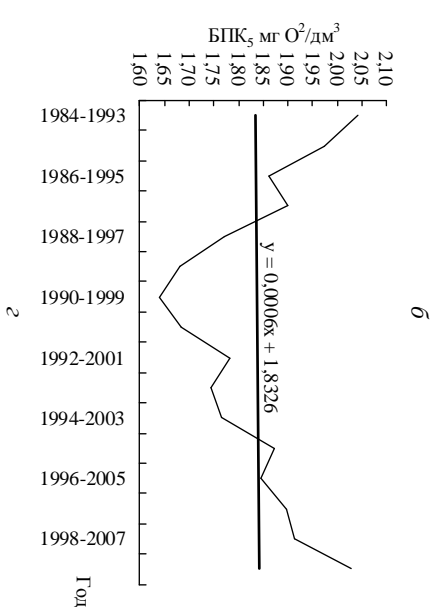
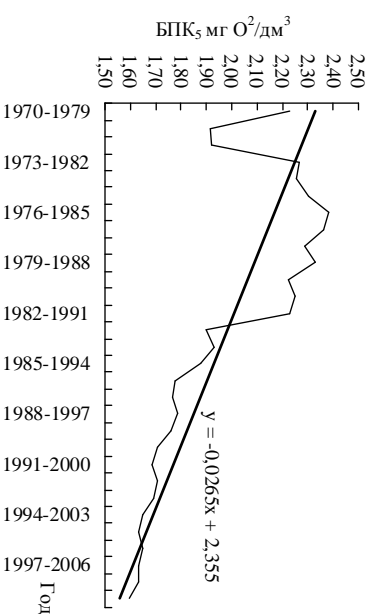
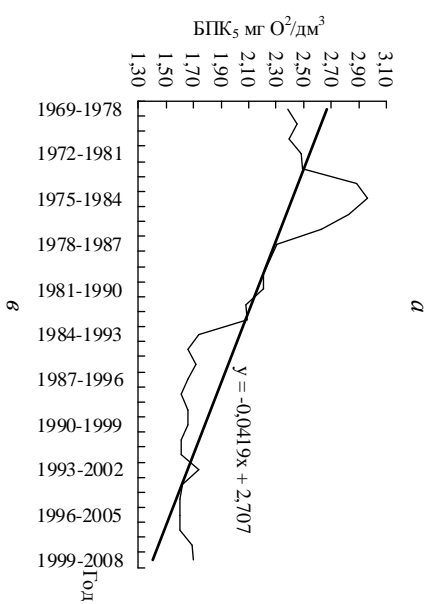
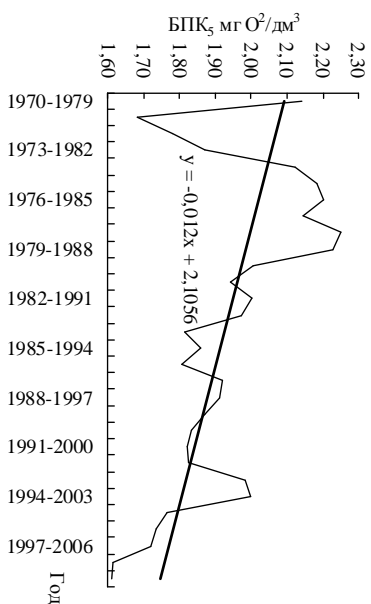


Рис. 2. Связь десятилетние средние значения BPK<sub>5</sub> за апрель-июнь (период половодья и перехода к межени) по створам: а – р. Ишим – г. Астана (выше города); б – р. Ишим – г. Астана (ниже города); в – р. Ишим – с. Каменный карьер; г – р. Ишим – г. Петропавловск (выше города); д – р. Ишим – г. Петропавловск (ниже сброса ТЭЦ-2).



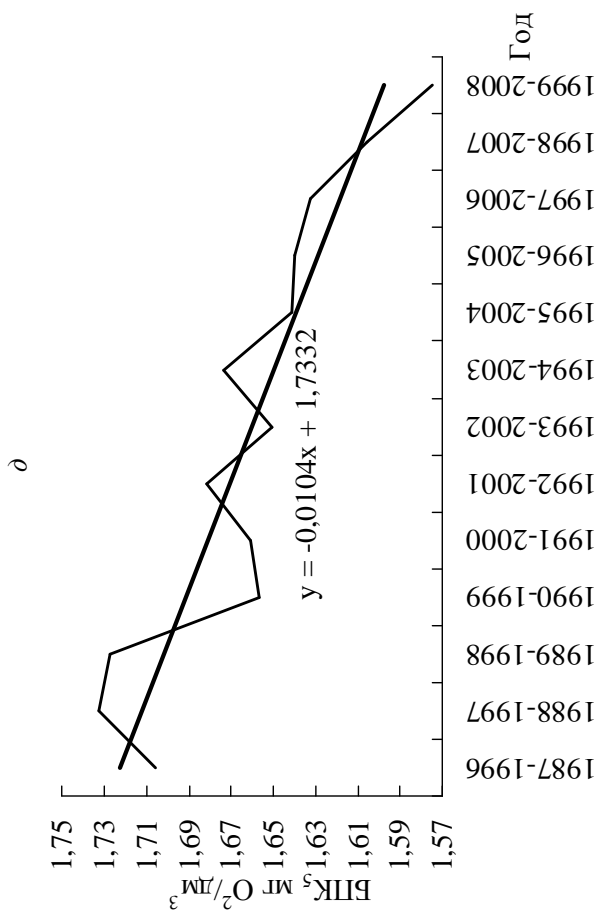


Рис. 3. Связующие десятилетние средние значения  $BPK_5$  за октябрь-февраль (период зимней межени) по створам:  
 а – р. Ишим – г. Астана (выше города); б – р. Ишим – г. Астана (ниже города); в – р. Ишим – с. Каменный карьер;  
 г – р. Ишим – г. Петропавловск (выше города); д – р. Ишим – г. Петропавловск (ниже сброса ТЭЦ-2).

*Содержание гидрокарбонатов ( $\text{HCO}_3$ ) за период половодья и перехода к межени (апрель – июнь).* В створе г. Астана (выше города) наблюдается уменьшение концентрации гидрокарбонатов в воде в 1,2 раза (с 211,335 за 1941...1950 гг. до 176,199 мг/дм<sup>3</sup> за 1999...2008 гг.), по линии тренда – аналогично.

В створе г. Астана (ниже города) – незначительное изменение (с 164,148 за 1984...1993 гг. до 166,991 мг/дм<sup>3</sup> за 1999...2008 гг.), однако по линии тренда заметно некоторое увеличение гидрокарбонатов в 1,1 раза (с 148,000 до 165,000 мг/дм<sup>3</sup>).

В створе с. Каменный карьер наблюдается незначительное увеличение (с 154,131 за 1950...1959 гг. до 154,195 мг/дм<sup>3</sup> за 1999...2008 гг.).

В створе г. Петропавловск (выше города) – увеличение в 1,1 раза (с 185,900 за 1941...1950 гг. до 195,825 мг/дм<sup>3</sup> за 1999...2008 гг.), по линии тренда – аналогичный результат – увеличение в 1,1 раза (с 172,000 до 183,000 мг/дм<sup>3</sup>).

В створе г. Петропавловск (ниже сброса ТЭЦ-2) – увеличение в 1,2 раза (с 169,000 за 1987...1996 гг. до 199,525 мг/дм<sup>3</sup> за 1999...2008 гг.).

Уменьшение гидрокарбонатов в створе г. Астана (выше города) можно объяснить влиянием Вячеславского водохранилища – там происходит осаждение некоторого их количества.

*Содержание гидрокарбонатов ( $\text{HCO}_3$ ) за период зимней межени (октябрь-февраль).* В створе г. Астана (выше города) при анализе средних значений за крайние десятилетия уменьшение содержания гидрокарбонатов в воде незначительно, а при анализе линии тренда – уменьшение значительно – в 1,6 раза (с 287,000 до 197,000 мг/дм<sup>3</sup>).

В створе г. Астана (ниже города) концентрация гидрокарбонатов уменьшилась в 1,1 раза (с 233,567 за 1984...1993 гг. до 218,265 мг/дм<sup>3</sup> за 1999...2008 гг.), по линии тренда значительных изменений не прослеживается.

В створе с. Каменный карьер произошло уменьшение в 1,1 раза (с 227,333 за 1956...1965 гг. до 206,267 мг/дм<sup>3</sup> за 1999...2008 гг.), а по линии тренда концентрация гидрокарбонатов в воде осталась почти без изменения.

В створе г. Петропавловск (выше города) произошло значительное уменьшение характеристики – в 1,3 раза (с 305,340 за 1952...1961 гг. до 230,840 мг/дм<sup>3</sup> за 1999...2008 гг.), линия тренда выявила аналогичное изменение.

В створе г. Петропавловск (ниже сброса ТЭЦ-2) особых изменений не было выявлено.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурлибаев М. Ж., Муртазин Е. Ж., Турсунов Э. А. Гидрохимический режим рек. / Республика Казахстан. Природные условия и ресурсы. – Т. 1. – Алматы: 2006. – С. 257-263.
2. Зенин А. А., Белоусова Н. В. Гидрохимический словарь. – Л: Гидрометеоиздат, 1988. – 238 с.

Поступила 12.01.2012

Геогр. ғылымд. докторы Р.И. Гальперин  
Д.М. Бурлибаева

#### **ЕСІЛ ӨЗЕНІМІҢ ГИДРОХИМИЯЛЫҚ РЕЖІМ МІНЕЗДЕМЕСІНІҢ ӨЗГЕРУІ**

*Қазіргі уақытта Астана қаласын сумен қамту нәтижесінде Есіл өзені су сапасына қатысты проблемалар туындады. Егер екінші кезектегі Қ.Сатпаев каналын іске қосқан жағдайда осы проблема Ертіс өзенінің ластану салдарынан ушыға түсетіні анық. Сондықтан, осы өзендердің гидрохимиялық режимдерінің қазіргі жағдайын ескеретін, Астана қаласын бар стандарттар мен нормаларға сай сапалы ауыз сумен қамту үшін ескерту шаралары жүргізілуі керек. Осы мақала Есіл өзені гидрохимиялық режимінің қазіргі жағдайына арналады.*