

## АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОЛОГО - ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕЧНЫХ ЭКОСИСТЕМ НА ПРИМЕРЕ ИЛИ

Канд. геогр. наук М. Ж. Бурлибаев

*Рассмотрены изменения гидрологического и гидрохимического режимов реки Или различных обеспеченностей на современном уровне хозяйственной деятельности. Выявлено, что основным фактором влияния на эти режимы является строительство и эксплуатация Капшагайского водохранилища, тогда как воздействие Сорбулакского накопителя в настоящее время не значительно.*

Актуальность изучения современного состояния гидрологического и гидрохимического режимов р. Или определяется не только сбросом сточных вод правобережного канала Сорбулакского накопителя (ПСК), но и строительством и вводом в эксплуатацию (с 1970 года) Капшагайского водохранилища. По нашему представлению, для выявления полной картины изменения гидрологического и гидрохимического режимов р. Или необходимо: во - первых, определить влияние на эти параметры Капшагайского водохранилища и, во - вторых, влияние сточных вод, сбрасываемых ПСК. Ибо, смеем утверждать, что велико влияние Капшагайского водохранилища на естественные гидрологические и гидрохимические режимы водотока. Для этих целей была поставлена задача выявить динамику изменения внутригодового и многолетнего распределения стока р. Или при естественном гидрологическом режиме; влияние Капшагайского водохранилища на внутригодовое распределение стока в годы с его различной обеспеченностью (25, 50, 75, 95 %); влияние Капшагайского водохранилища на гидрохимический режим р. Или в годы различной со стоком той же обеспеченности; влияние сброса сточных вод ПСК Сорбулакского накопителя на химический состав воды р. Или за реальные годы в репрезентативных створах.

Внутригодовое распределение стока р. Или в многолетнем периоде наблюдения, ( условно-естественный период гидрологического режима в 1911-1970 гг.) показывает, что этот процесс был полностью подчинен природным факторам формирования стока /3/. При этом в бассейне р. Или

присутствуют все виды основных факторов формирования стока, то есть талые снеговые, дождевые, ледниковые и подземные воды в зависимости от месторасположения составляющих гидрографической сети. Основной объем переносимого стока, как правило, приходится на долю половодья и паводков, начало и окончание которых зависят главным образом от высотного положения водосборов притоков, характера распределения снежного покрова в бассейне, наличия ледников и снежников, гидрогеологических условий бассейна и т.д. Не вдаваясь в подробности детального изучения следственно-причинных обстоятельств формирования стока отдельных притоков и самого водотока Или подчеркнем, что нас, в рамках этой работы, интересует прежде всего внутригодовое распределение стока реки Или в створе гидрологического поста 37 км ниже рабочего поселка Или (гидрохимический пост - урочище Капшагай), а также изменения гидрологического и гидрохимического режимов под влиянием Капшагайского водохранилища и сброса сточных вод ПСК Сорбулакского накопителя. Наблюдения за гидрологическим режимом р. Или в створе 37 км ниже рабочего поселка Или осуществляется с 1910 года, тогда как за гидрохимическим режимом - только начиная с 1936 года (по линии Казгидромета). Учитывая постановку задачи, наши исследования будут сосредоточены на показателях стока и химического состава воды различной обеспеченности как при естественном, так и при нарушенном гидрологическом и гидрохимическом режимах р. Или. Как известно, автоматическое сравнение стока и его химического состава между произвольно взятыми реальными годами для выяснения полной картины антропогенеза недостаточно и, как следствие, приводит к абстрактным результатам. Во избежание этого нами весь период наблюдений за гидрологическим и гидрохимическим режимами подразделяется на условно-естественный (до 1970 года) и нарушенный периоды. После чего, опираясь на методы классической гидрологии и теории вероятности, определяем водности года, принадлежащие различным обеспеченностям. Здесь следует особо оговориться, что начиная с 1970 года естественный режим водотока Или коренным образом преобразован, и выражается не только в изменении среднегодового стока реки, но и в изменении внутригодового распределения. Например, при естественном режиме р. Или имела годовой сток с обеспеченностью 25 % - 16,46 км<sup>3</sup>; 50 % - 14,34 км<sup>3</sup>; 75 % - 12,92 км<sup>3</sup>; 95 % - 10,97 км<sup>3</sup>. Результаты нарушенного гидрологического режима, то есть после ввода в эксплуатацию Капшагайского водохранилища, таковы: 25 % - 13,40 км<sup>3</sup>; 50 % - 11,88 км<sup>3</sup>; 75 % - 10,62 км<sup>3</sup>; 95 % - 9,20 км<sup>3</sup>. При кажущейся незначительности разности стоков (равных обеспеченностей) при естественном и нарушенном гидрологическом режимах водотока: 25 % - 3,06 км<sup>3</sup>; 50 % - 2,46 км<sup>3</sup>; 75 % - 2,30 км<sup>3</sup>; 95 % - 1,77 км<sup>3</sup>, совершенно несопоставимы результаты внутригодового распределения стока. Такое положение объясняется тем,

что основное предназначение Капшагайского водохранилища заключается в аккумулировании стока реки в чаше водохранилища для максимальной выработки электроэнергии в зимний период года, с помощью сглаживания его внутригодового распределения. В этом случае налаженная веками жизнь Или-Балхашской экосистемы менее всего волнует новых хозяев Капшагайской ГЭС.

Как показывают результаты сравнения внутригодового распределения стока при естественном и нарушенном гидрологическом режимах, ранее ярко выраженные пики весенне-летнего половодья практически сведены на нет с помощью равномерного распределенного стока внутри года. Коль данная работа не посвящена проблемам экологии, то ограничимся лишь констатацией фактических расходов воды, наблюдавшихся как при естественном, так и нарушенном гидрологическом режимах р. Или. Летние расходы воды, при 25 % обеспеченности естественного гидрологического режима, находились в среднем на уровне  $1300 \text{ м}^3/\text{с}$ , тогда как при нарушенном режиме они находятся в пределах  $600 \text{ м}^3/\text{с}$ . В противовес этому резко возрастают зимние расходы воды до  $400 \text{ м}^3/\text{с}$  в отличие от  $180 \text{ м}^3/\text{с}$  естественного гидрологического режима, по причине зимних пусков из Капшагайского водохранилища для целей выработки электроэнергии. Картина сглаживания внутригодового распределения стока при 50, 75 и 95 % обеспеченностях аналогична сглаживанию при 25 % обеспеченности. Наблюдавшийся размах колебаний расходов воды летнего половодья от  $600 \text{ м}^3/\text{с}$  до  $800 \text{ м}^3/\text{с}$ , в настоящее время отсутствует и имеет вид постоянства на уровне  $500 \text{ м}^3/\text{с}$ . Здесь также заметно изменение расходов воды в зимние месяцы. Аналогичны картины изменения внутригодового распределения стока и при 75 и 95 % обеспеченностях. Иначе говоря, при всех обеспеченностях произошли коренные преобразования внутригодового распределения стока реки.

В связи с коренным изменением естественного внутригодового распределения стока реки определенный интерес представляет выявление изменения гидрохимического режима, происходящего под влиянием Капшагайского водохранилища. Разумеется, что важным фактором в формировании химического состава поверхностных вод служит сезонное питание водотока внутри года, наряду с процессами, протекающими и совершающимися на водосборной площади, например, от специфических условий формирования вод с подстилающей поверхностью или грунтовых вод. По классификации О.А. Алекина [1/ р. Или относится к гидрокарбонатному классу кальциевой группы. В настоящее время нельзя сказать о том, что под влиянием Капшагайского водохранилища произошли существенные изменения в рекогносцировке ионного состава речной воды, так как показатели гидрохимического режима, по данным Казгидромета, соответствуют тому же типу классификации.

Тем не менее, следует отметить, что происходящие изменения в первую очередь коснулись внутригодовой динамики гидрохимических показателей. Если показатели общей минерализации при естественном гидрологическом и гидрохимическом режимах имели четко очерченные максимумы (осенне-зимняя межень) и минимумы (весенне-летнее половодье) фактической концентрации, то в современных условиях, независимо от водности реки, осуществляемой в виде попусков в нижний бьеф водохранилища, общая минерализация выглядит сглаженной во внутригодовом распределении. Как показывают полученные результаты исследований, если при естественном гидрологическом и гидрохимическом режимах, размах колебаний между максимальными (600 мг/л) и минимальными показателями общей минерализации (200 мг/л) составлял порядка 400 мг/л, то в настоящее время он составляет всего лишь 150 мг/л, причем независимо от водности и периода года, фактическая концентрация постоянно находится на уровне 400 мг/л.

По сравнению с общей минерализацией, содержание и динамика катиона  $\text{Ca}^{2+}$  при нарушенном гидрологическом и гидрохимическом режимах во внутригодовом распределении выглядит совершенно иным, то есть идет процесс постоянного сглаживания, независимо от водности года. Ранее отмеченные максимумы и минимумы фактической концентрации, колеблющиеся в пределах от 80 до 40 мг/л, в зависимости от водности и периода года, то в настоящее время во внутригодовом распределении эти пики отсутствуют и находятся в пределах от 35 до 60 мг/л. Динамика изменения  $\text{Mg}^{2+}$  в противовес  $\text{Ca}^{2+}$  имеет тенденцию увеличения также независимо от водности и периода года, причем с некоторым уменьшением в зимние месяцы по сравнению с концентрациями, наблюдаемыми при естественном гидрологическом и гидрохимическом режимах. При нарушенном гидрохимическом режиме в январе и феврале месяце постоянно наблюдается некоторое уменьшение фактической концентрации  $\text{Mg}^{2+}$  (25 % - 12,0 мг/л; 50 % - 17 мг/л; 75 % - 19 мг/л; 95 % - 22 мг/л) по сравнению с наблюдаемыми данными до строительства Капшагайского водохранилища (25 % - 16,0 мг/л; 50 % - 22 мг/л; 75 % - 23 мг/л; 95 % - 24 мг/л) и т.д. Полученные данные также показывают, что при естественном гидрохимическом режиме (25 и 50 % обеспеченностях) внутригодовое распределение магния имело четко выраженные пики максимумов и минимумов (от 16 до 27 мг/л), тогда как при 75 и 95 % такая тенденция не прослеживается. При нарушенном гидрохимическом режиме внутригодовое распределение магния имеет более сглаженное (при возросших концентрациях) хронологическое колебание без четкого выражения пиков максимума и минимума.

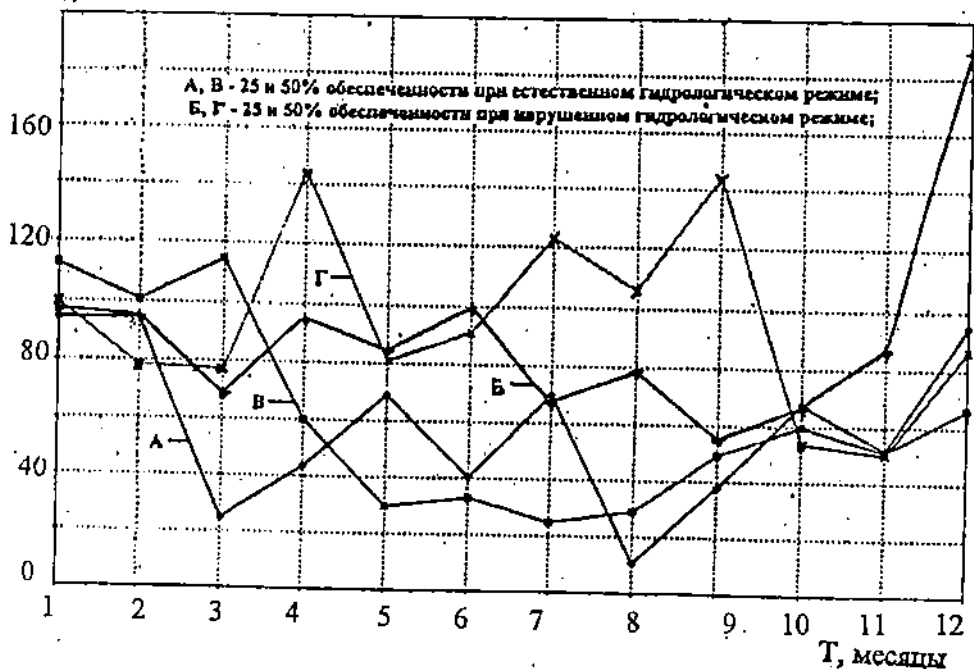
По сравнению с уменьшением  $\text{Ca}^{2+}$  и возрастанием  $\text{Mg}^{2+}$  внутригодовое распределение суммы ионов  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$  имеет ярко выраженную тенденцию возрастания только при 25 и 50 % обеспеченностях (в осенне-

зимнюю межень от 5 до 70 мг/л), тогда как при других обеспеченностях этот процесс не наблюдается и имеет место только стохастическое колебание. Несмотря на такое положение, следует указать о возрастании содержания суммы  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$  во время весенне-летнего половодья при всех обеспеченностях в пределах до 40 мг/л.

Хронология изменения гидрокарбонатов ( $\text{HCO}_3^-$ ) показывает, что при всех рассматриваемых обеспеченностях, нарушенного гидрохимического режима отслеживается повсеместное их уменьшение в осенне-зимнюю межень от 200 до 150 мг/л. При 25 и 50 % обеспеченностях нарушенного режима, содержание гидрокарбонатов в летнее половодье, по сравнению с естественным периодом наблюдения, имеет динамику увеличения концентрации до 180 мг/л, тогда как при 75 и 95 % обеспеченностях такой тенденции нет.

Анализ динамики изменения сульфатов ( $\text{SO}_4$ ) достоверно показывает, что после строительства и ввода в эксплуатацию Капшагайского водохранилища при всех обеспеченностях идет процесс возрастания фактической концентрации, независимо от периода и водности года (рисунок). Причем этот рост в летнее половодье составляют порядка двухразовых превышений фактических концентраций наблюдаемым при естественном гидрохимическом режиме водотока, т. е. до 120 мг/л против 60 мг/л.

Под влиянием Капшагайского водохранилища произошли коренные изменения не только во внутригодовом распределении хлоридов ( $\text{Cl}^-$ ), но и в их фактических концентрациях. Рост концентраций  $\text{Cl}^-$  очевиден для всех обеспеченностей независимо от периода года. В нарушенном периоде гидрохимического режима при 25 и 50 % обеспеченностях содержание хлоридов в течение всего года колеблется в пределах 30 мг/л против ярко выраженного возрастания зимой до 40 мг/л и уменьшения в половодье до 10 - 15 мг/л, характерных для естественного периода гидрохимического режима. При 75 и 95 % обеспеченностях содержание хлоридов возрастает до 40 мг/л с некоторыми незначительными признаками стохастичности. Минимальное содержание хлоридов в весенне-летнее половодье (5 - 10 мг/л), наблюдавшееся при естественном гидрохимическом режиме, для периода антропогенного воздействия Капшагайского водохранилища выглядит нонсенсом. Итак, подводя итоги, необходимо подчеркнуть, что строительство и ввод в эксплуатацию Капшагайского водохранилища коренным образом преобразовало внутригодовое распределение ионного состава воды р. Или. Эти изменения, различных ионов, выглядят неоднозначно. Если на в содержании  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{HCO}_3^-$  четко прослеживается уменьшение их фактических концентраций, то в концентрациях  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ ,  $\text{SO}_4$ ,  $\text{Cl}^-$  идет обратный процесс - наблюдается их несомненный рост. Аналитический обзор этих изменений показывает, что эти процессы должны

SO<sub>4</sub>, мг/л

*Рис. Внутригодовая динамика изменения SO<sub>4</sub> воды реки Или в створе ур. Капшагай при естественном и нарушенном гидрологическом режимах*

быть учтены при выявлении влияния Сорбулакского накопителя на химический состав р. Или.

По данным "Горводоканала" и ГНПОПЭ "Казмеханобр" сброс сточных вод в р. Или по ПСК Сорбулакского накопителя начат в 1996 году. Для определения влияния сброса сточных вод на химический состав речной воды будем опираться на данные гидрохимических показателей Казгидромета - в створе урочища Капшагай и "Горводоканала" - 500 м выше и ниже водовыпуска. Как и ранее приоритетный перечень ингредиентов, по которым определяется влияние сброса сточных вод на химический состав речной воды, следует начать с ионного состава [2]. При этом нас прежде всего интересует принципиальный вопрос о наличии или отсутствии влияния (изменения) на гидрохимические показатели водотока. Поэтому в этой работе вопрос о соответствии или несоответствии нормам ПДС и ПДК сбрасываемых сточных вод не рассматривается. Необходимо также оговориться, что все статистические параметры гидрохимических

показателей в створах 500 м выше и ниже водовыпуска ПСК, то есть сброса сточных вод в р. Или, следует сравнивать с данными Казгидромета в створе урочища Капшагай за 1996 год, так как в 1997, 1998 и 1999 годах из-за финансовой несостоятельности в этом створе прекращены наблюдения. Как необходимое отступление следует подчеркнуть, что 1996 год по водности соответствует 43 % обеспеченности нарушенного периода или 82 % обеспеченности естественного периода гидрологического режима.

Сравнительный анализ общей минерализации показывает, что внутригодовое распределение этого показателя соответствует нарушенному гидрохимическому режиму реки под влиянием Капшагайского водохранилища. Самые максимальные показатели концентрации общей минерализации по среднегодовым и месячным значениям наблюдаются в створе 500 м ниже водовыпуска (1996, 1997, 1998 гг.), тогда как минимумы - в створе урочища Капшагай. Анализ общей минерализации в створе урочища Капшагай за 1996 год, то есть за год до начала сброса сточных вод, с годами, близкими к 40 % обеспеченности по водности, показывает, что существенных изменений в минерализации (порядка 400 мг/л) у речной воды нет.

Динамика внутри годового распределения кальция ( $\text{Ca}^{2+}$ ), при схожести с ранними (реальными) годами нарушенного гидрохимического режима, существенно отличается от фактической концентрации в сентябре и октябре месяце, когда наблюдается резкое уменьшение этого катиона до 12 мг/л. По аналогии с общей минерализацией, содержание  $\text{Ca}^{2+}$  относительно в повышенных концентрациях наблюдаются в створе 500 м ниже водовыпуска (до 50 мг/л) с последующим уменьшением до 40 мг/л в створе ур. Капшагай, что по видимому объясняется интенсивным перемешиванием и разбавлением сточных вод.

Анализ наличия  $\text{Mg}^{2+}$  по трем вышеперечисленным створам показывает, что максимальные концентрации этого ингредиента достигаются в створе ур. Капшагай, то есть по сравнению со створами 500 м выше и ниже водовыпуска идет постоянный рост этого катиона. Следует отметить, что этот рост и вся динамика внутри годового распределения за 1996 год находится в рамках многолетних показателей, наблюдаемый при нарушенном гидрохимическом режиме р. Или (7,0 - 27,0 мг/л). Колебания суммы  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$  тоже вписывается в общую картину нарушенного гидрохимического режима р. Или под влиянием Капшагайского водохранилища. Некоторое возрастание этого показателя (в пределах 5 мг/л) в створе 500 м ниже водовыпуска нейтрализуется до створа ур. Капшагай и достигает многолетнего показателя (35 мг/л). Как необходимое отступление следует подчеркнуть, что при нарушенном гидрологическом и гидрохимическом режимах идет постоянный рост суммы  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$  по сравнению с по-

казателями, наблюдаемыми при естественном гидрохимическом режиме, независимо от водности и периода года.

По сравнению с показателями ур. Капшагай (145 мг/л) содержание гидрокарбонатов в повышенных концентрациях содержится в створах 500 м ниже (до 185 мг/л) и выше (180 мг/л) водовыпуска. Иначе говоря, по показателю этого ингредиента велико влияние сточных вод Сорбулакского накопителя на химический состав реки Или в пределах от вышеозначенных створов к створу ур. Капшагай, с последующей потерей этих повышенных концентраций к низовьям водотока. Хронология внутригодового распределения  $\text{HCO}_3^-$  показывает, что за 1996 год размах колебаний фактической концентрации из месяца в месяц фиксируется в минимальных значениях, нежели чем наблюдаемые внутригодовые распределения за реальные годы нарушенного гидрохимического режима при различных обеспеченностях. Как у  $\text{Ca}^{2+}$ , так и у  $\text{HCO}_3^-$  отмечаются тенденции к снижению как за отдельные месяцы, так и в многолетнем разрезе за периоды нарушенного гидрохимического режима по сравнению с естественным.

Колебания содержания  $\text{SO}_4^-$  в створах 500 м выше и ниже водовыпуска, не противоречат иерархически сложившейся динамике внутригодового их распределения при нарушенном гидрохимическом режиме. Отличительной чертой внутригодового распределения за 1996 год фактических концентраций  $\text{SO}_4^-$  является большой размах колебаний из месяца в месяц, достигающий при этом своего максимума в августе месяце до 160 мг/л. Показатели  $\text{SO}_4^-$  в створе 500 м ниже водовыпуска являются самыми высокими по сравнению с показателями створов 500 м выше водовыпуска и ур. Капшагай. Однако, необходимо подчеркнуть, что фактические концентрации  $\text{SO}_4^-$ , полученные в результате химических анализов по различным вертикалям одного и того же гидрохимического поста, сильно отличаются друг от друга. По-видимому это объясняется неоднозначностью их перемешивания и разбавляемости.

Аналогичная картина наблюдается и в поведении хлоридов (Cl), где также максимальные значения этого ингредиента до 34 мг/л фиксируются в створе 500 м ниже водовыпуска, тогда как в створах ур. Капшагай и 500 м выше водовыпуска колеблются в пределах 25 - 30 мг/л. Причем, данные по створу ур. Капшагай в среднегодовом исчислении находятся в пределах размахов колебания  $\text{SO}_4^-$ , фиксируемых при нарушенном гидрохимическом режиме.

Динамика колебания растворенного кислорода  $\text{O}_2$  показывает, что самые наименьшие значения наблюдаются в створе 500 м ниже водовыпуска, и колеблются в пределах от 8 до 10 мг/л, тогда как в створах 500 м выше водовыпуска и ур. Капшагай содержание растворенного кислорода находится в диапазоне от 11 до 19 мг/л. Особых скачков в динамике внутригодового распределения растворенного кислорода за 1996 год в створе



ур. Капшагай нет, за исключением января месяца, когда было зафиксировано 8,2 мг/л.

По биохимическому потреблению кислорода (БПК<sub>5</sub>) картина аналогична картине внутригодового распределения растворенного кислорода, где максимальным потреблением кислорода до 4 мг/л отличается створ 500 м ниже водовыпуска. Самые оптимальные показатели БПК<sub>5</sub>, с точки зрения наименьшего загрязнения речных вод легкоокисляемыми органическими веществами, отмечаются в створе 500 м выше водовыпуска. Очевидно, это объясняется не только малыми концентрациями органических веществ, но и искусственным аэрированием речного стока в нижнем бьефе водохранилища. По химическому потреблению кислорода, необходимого для окисления трудноокисляемых органических веществ, динамика изменения как во времени, так и в пространстве по трем рассматриваемым створам идентична динамике по БПК<sub>5</sub>. Весь спектр колебаний рН среды от створа 500 метров выше водовыпуска до створа ур. Капшагай находится в пределах от 8,2 до 8,7.

По результатам проведенных работ можно констатировать, что основной причиной изменений сложившихся в многолетнем периоде наблюдения гидрологического, гидрохимического, термического, уровня режимов р. Или является строительство и ввод в 1970 году в эксплуатацию Капшагайского водохранилища. При этом сложились совершенно иные типы гидрологического и гидрохимического режимов ниже Капшагайского водохранилища, выразившиеся в изменении: внутригодового распределения стока реки, связанного со срезкой пиков весенне-летнего половодья и паводков и дальнейшего перераспределения внутри года и в многолетнем периоде для целей выработки электроэнергии и сельскохозяйственной мелиорации; внутригодовой динамики распределения ионного стока (сумма минерализации,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ ,  $\text{SO}_4$ ,  $\text{HCO}_3$ ,  $\text{Cl}^-$ ) независимо от водности года.

Влияние сброса сточных вод из ПСК Сорбулакского накопителя в основном обнаруживается на посту 500 м ниже водовыпуска последующей стабилизацией его до створа ур. Капшагай, в рамках нарушенного гидрохимического режима, характерного для р. Или после строительства Капшагайского водохранилища.

На ближайшую перспективу, т.е. в пределах 5 - 10 лет существенное изменение в гидрологическом и гидрохимическом режимах р. Или могут произойти только за счет увеличения хозяйственной деятельности на территории Китайской Народной Республики, за счет доводки площади орошаемых земель до 1,0 млн га по сравнению с нынешним 0,5 млн га. При этом, в современных условиях на орошение потребляется порядка 4,0 км<sup>3</sup> воды из 12,6 км<sup>3</sup> транзитного стока в среднемноголетние по водности годы. Поэтому представляется реальным то, что с уменьшением объемов

транзитного стока до  $8,0 \text{ км}^3$  существенные изменения претерпит и химический состав речной воды с возрастанием возвратных вод с орошаемых территорий. К сожалению, достоверных данных о предстоящем изменении в водном балансе р. Или в пределах КНР нет. Будем надеяться, что эта проблема будет поднята правительственной делегацией Республики Казахстан на предстоящем, совместном заседании рабочих групп по проблемам Или и Черного Иртыша, ибо простое изъятие дополнительных  $4,0 \text{ км}^3$  воды к сегодняшним  $4,0 \text{ км}^3$  не просто изменит химический состав воды р. Или, но и внесет коренное изменение в Или - Балхашскую экосистему.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алекин О. А. Основы гидрохимии. - Л.: Гидрометеиздат, 1970. - 442 с.
2. Никаноров А. М. Гидрохимия. - Л.: Гидрометеиздат, 1989. - 348 с.
3. Ресурсы поверхностных вод. Т. 15. Вып. 1.- Л.: Гидрометеиздат, 1969. - 319 с.

Казахский научно - исследовательский институт  
мониторинга окружающей среды и климата

### ІЛЕ МЫСАЛЫНДА ӨЗЕНЭКОЖУЙЕСІНІҢ ГИДРОЛОГО - ГИДРОХИМИЯЛЫҚ РЕЖИМІНІҢ СТРУКТУРАЛЫҚ ӨЗГЕРУІН ТАЛДАУ

Геогр. ф. канд. М. Ж. Бурлібаев

Өзеннің түрлі қамтамасыздықтағы гидрохимиялық өзгерісі Қапшағай бөгенінің іске қосылуы нәтижесінде табиғи гидрологиялық жүргісінің бұзылғандығы салдарынан деп бағаланған.