

---

УДК 504.4.062.2(574)

## НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА И ОБ ИХ РОЛИ В РАЗВИТИИ И ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ РЕЧНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ

Канд. геогр. наук М. Ж. Бурлибаев

*На основе современных реальных данных доказывается коренные изменения температурного режима реки Иртыш, как результат воздействия каскада эксплуатируемых водохранилищ и их влияние на развитие и жизнедеятельность речной экосистемы. При этом особое внимание уделяется влиянию низких положительных температур на речную экосистему.*

О важности температурного режима не только в гидрохимии, но и в жизнедеятельности речной экосистемы имеется обширный перечень научных публикаций. Например, об исключительной роли температуры воды в гидрохимическом режиме водотоков достаточно подробно уделено внимание в трудах таких известных ученых, как Алекин О. А. /1/, Одум Ю. /3/, Никаноров А.М. и др. /6, 7/. Но к сожалению, все эти и другие работы, посвященные выявлению роли температурного режима в гидрохимии речной экосистемы, в основном относятся к периоду с естественным гидрологическим режимом водотоков. Между тем известно, что в Казахстане практически не остались речные бассейны с естественным гидрологическим режимом вследствие антропогенного воздействия человека. Одним из них является строительство и ввод в эксплуатацию водохранилищ многолетнего регулирования. Ярким примером такого обустройства является р. Иртыш, где выделяется своим влиянием каскад водохранилищ, состоящих из Бухтарминского, Усть-Каменогорского и Шульбинского водохра-

нилищ. Учитывая целенаправленность данной статьи на выявление изменения температурного режима, мы не будем оперировать изменением гидрхимического режима, считая, что данная тематика является темой для отдельного исследования.

Подчеркнем, что экологическое значение температуры воды в жизнедеятельности речной экосистемы велико. Например, в этом вопросе мы полностью солидарны с мнением А.С. Константинова /3/, когда он говорит, что температура, как экологический фактор влияет на географическое распространение и зональное распределение гидробионтов, на скорость и характер протекания различных жизненных процессов, а также может иметь сигнальное значение. Это высказывание имеет особую актуальность в современных условиях при коренном изменении температурного режима под влиянием каскада водохранилищ, когда наблюдаются их охлаждающее влияние в весенне-летний период и тепляющее в осенне-зимний период при нарушенном гидрологическом режиме. Причем, особенность смены температурного режима в створах, расположенных ниже гидроузлов, определяется перераспределением теплового стока в створе плотины в результате образования значительного вертикального расслоения температуры летом и большого теплозапаса зимой. Между тем, здесь мы должны акцентировать свое внимание на влиянии низких положительных температур на гидробионты и растительные сообщества затопляемых пойменных лугов в весенне-летний период, то есть во время нерестового и вегетационного периодов. При этом следует подчеркнуть, что устойчивость гидробионтов и растительных сообществ к резкому охлаждению зависит прежде всего от их состояния, где основной причиной гибели организмов от длительного переохлаждения считается тканевая гипоксия. По мнению профессоров Н.С. Строгонова и Г.Н. Никольского /8/, при гипотермии страдает прежде всего живой белок. От изменения температурного режима воды зависит не только рост и развитие биоты, но и характер проявления и течения различных болезней.

Полученные результаты по исследованию температурного режима р. Иртыш показывают, что температура воды, как при естественном, так и нарушенном гидрологическом режимах повторяет годовой ход температуры воздуха, отличаясь только в абсолютных величинах. При естественном гидрологическом режиме, наибольшая разница между температурой воз-

духа и воды отмечалась в переходные периоды, то есть весной и осенью /11/, тогда как в настоящее время эти разностные характеристики температуры претерпели существенные изменения. Зависимость температуры воды от температуры воздуха, при естественном гидрологическом режиме, характеризовались линейными зависимостями  $y = ax + b$ . Эти же выводы справедливы и применимы и к настоящему времени, за исключением тех створов, которые находятся в непосредственной близости к водовыпускам. Например, в створе Усть-Каменогорска до 1960 зависимость между двумя этими величинами отличалась теснотой связи на уровне  $r = 0,88$ , тогда как в настоящее время  $r = 0,47$ , то есть связь стала слабой, что объясняется вертикальным расслоением температуры воды в Бухтарминском и Усть-Каменогорском водохранилищах. Эти же величины для станции Буран равны до 1960  $r = 0,96$ , после 1960  $r = 0,96$ . В створе Семипалатинска до 1960  $r = 0,93$ , тогда как после 1960  $r = 0,82$ , а створ с. Семьярское характеризуется до 1960  $r = 0,96$ , а после 1960  $r = 0,79$ . На фоне вышеперечисленных створов г. Павлодар характеризуется более интересными данными. Здесь в результате прогреваемости по длине реки коэффициент корреляции при нарушенном гидрологическом режиме ( $r = 0,984$ ) выше, чем при естественном режиме ( $r = 0,98$ ), что в общем-то идет в разрез с другими створами, для которых характерно снижение коэффициентов корреляции.

Определенный интерес представляют полученные результаты влияния каскада водохранилищ непосредственно на отдельных створах при различных обеспеченностях водности года (табл. 1). Сравнительный анализ табличного материала показывает, что практически во всех створах реки Иртыш, за исключением г. Иртышска, очевидно влияние водохранилищ на температурный режим водотока. К створу Иртышска это влияние нивелируется, по-видимому, из-за хорошей прогреваемости водного потока при прохождении продолжительной степной зоны речного бассейна. Несмотря на то, что нами выше подчеркивалось, что в данной статье не будут рассматриваться роль температурного режима в гидрохимических процессах, тем не менее подчеркнем, что происходящие реальные изменения в температурном режиме р. Иртыш сильно сказываются не только в снижении или увеличении концентрации загрязняющих веществ, но и в биохимическом и физико-химическом процессах самого водотока.

Таблица 1

Внутригодное распределение температуры ( $^{\circ}\text{C}$ ) воды р. Иртыш

Створ	Р-ч	Р, %	Месяц												
			4	5	6	7	8	9	10						
Усть-	а	25	4,9	10,1	16,2	20,1	20,4	15,4	5,2						
	б	25	3,2	7,3	9,5	10,8	11,6	10,0	8,0						
Каме-	а	50	3,4	10,5	14,7	19,5	11,2	16,0	8,4						
	б	50	2,4	5,6	9,7	11,5	11,9	10,6	8,5						
ногор-	а	75	0,7	9,8	18,5	21,0	20,7	15,6	8,0						
	б	75	3,4	7,1	10,3	12,1	13,1	12,5	8,3						
ск	а	95	5,9	13,2	19,4	22,0	17,9	14,3	6,9						
	б	95	3,9	8,4	11,3	14,6	15,2	14,5	9,2						
Шуль-	а	25	4,4	12,0	16,5	20,0	20,1	15,2	5,0						
	б	25	3,5	11,3	15,9	17,8	15,9	10,0	5,8						
Ба	а	50	5,0	11,0	14,7	21,1	19,9	12,9	7,0						
	б	50		9,8	13,3	18,4	18,5	14,2	6,8						
	а	75	5,0	10,7	19,4	21,2	19,9	13,7	5,7						
	б	75	4,4	10,8	16,9	18,3	17,7	13,2	5,6						
	а	95	6,5	12,6	19,5	21,6	17,1	13,4	6,3						
	б	95	3,9	11,0	16,8	20,5	19,0	13,9	6,7						
Семи-	а	25	4,8	10,9	17,1	20,2	20,1	15,1	4,6						
	б	25	3,6	10,9	15,6	21,8	20,5	13,6	7,2						
Пала-	а	50	4,6	11,6	15,6	21,8	20,5	13,6	7,2						
	б	50	2,4	9,1	14,9	19,2	18,5	12,8	6,7						
Тинск	а	75	4,0	11,4	18,8	21,2	20,6	14,4	6,6						
	б	75	3,1	11,1	17,9	19,4	19,5	14,0	5,9						
	а	95	4,6	13,0	19,6	21,7	7,6	13,7	6,0						
	б	95	2,6	11,9	16,3	19,4	18,6	14,9	6,3						
Семи-	а	25	4,4	10,7	19,8	21,8	20,3	12,0	4,5						
	б	25	3,0	9,2	17,8	20,7	20,1	15,0	5,1						
ыр-	а	50	6,0	11,9	16,3	21,5	19,6	12,9	6,3						
	б	50	5,0	10,4	16,3	21,1	19,0	13,9	5,9						
ское	а	75	4,4	13,0	21,2	21,3	20,2	14,0	5,8						
	б	75	3,0	12,6	20,6	21,8	21,6	15,1	5,7						

Продолжение таблицы 1

Створ	Р-м	Р, %	Месяц						
			4	5	6	7	8	9	10
	а	95	4,5	13,9	19,3	21,6	17,4	13,9	5,2
	б	95	4,1	13,6	18,1	21,7	19,3	14,6	6,3
Пав- ло- дар	а	25	3,8	12,2	19,3	21,7	20,3	15,2	4,3
	б	25	2,3	11,2	19,0	22,1	18,7	11,1	4,3
	а	50	4,4	12,7	17,8	22,8	20,2	11,9	6,3
	б	50	3,8	11,6	17,0	22,0	20,2	14,2	5,1
	а	75	3,6	14,8	21,5	21,8	19,3	13,2	4,9
	б	75	3,5	13,6	21,4	22,8	22,5	26,6	6,2
	а	95	4,1	14,1	19,2	22,0	18,0	14,3	4,9
	б	95	3,0	13,8	18,9	22,6	19,8	14,7	5,6
Ирты- шск	а	25	3,8	14,4	19,4	22,4	20,0	14,8	3,8
	б	25	3,6	14,3	19,9	21,5	19,3	10,4	3,6
	а	50	3,1	11,8	16,6	22,2	20,0	11,5	5,6
	б	50	3,0	10,9	18,4	22,7	20,0	13,8	5,8
	а	75	3,4	13,6	20,8	21,5	19,3	13,0	4,5
	б	75	3,6	13,2	22,0	22,1	22,6	15,3	5,3
	а	95	3,8	13,2	18,7	22,2	18,2	13,4	4,4
	б	95	3,6	13,7	18,8	22,3	19,4	14,2	4,8

Примечание: Режим ( Р - м ) : а - при естественном гидрологическом режиме; б - при нарушенном гидрологическом режиме.

Однако самое большое изменение температурного режима наблюдается в створе Усть-Каменогорска, где особенно заметно наличие низких положительных температур в весенний период и превышение ими в осенний период естественных температур ненарушенного периода. Например, с мая до сентября месяца разница между естественными и антропогенными составляющими температурного режима составляют от 3,0 до 10,0 °С. При общем постоянстве изменения температурного режима от створа к створу, эти изменения в разрезе отдельных месяцев имеют характер стохастичности. Полученные результаты внутригодового расслоения температуры во-

ды в Бухтарминском водохранилище также показывают, что в мае месяце температура воды на поверхности водоема достигает  $10^{\circ}\text{C}$ , тогда как на дне всего  $3^{\circ}\text{C}$ . Эти же показатели: в июне  $15,5$  и  $4,6^{\circ}\text{C}$ ; в июле  $20,0$  и  $6,0^{\circ}\text{C}$ ; в августе  $20,0$  и  $6,5^{\circ}\text{C}$ ; в сентябре  $15,0$  и  $7,5^{\circ}\text{C}$ ; в октябре  $11,0$  и  $7,5^{\circ}\text{C}$ ;

Такое резкое изменение температурного режима в условиях жизнедеятельности гидрофауны, адаптированного тысячелетиями к определенной динамике, сказывается только отрицательно. Влияние низких положительных температур против естественного в весенний период, то есть в нерестовый для полупроходных фигофильных рыб, может привести к массовой гибели рыб и выступить в роли основного фактора, лимитирующего распространение и нормальный ход основных физиологических процессов. К этому необходимо добавить еще и нормированные стоки в виде специальных попусков в нижний бьеф для затопления пойменных лугов, которые зачастую не соответствуют затоплению как по продолжительности, так и по объемам. Поэтому следует особо подчеркнуть, что совместно с температурным режимом, определяющим нормальный ход созревания половых продуктов, начало и продолжительности нереста, и в его эффективности важную роль играет и гидрологический режим водотока. При таком сочетании, то есть при оптимальном температурном и гидрологическом режимах, наблюдается успешное воспроизводство фигофильных полупроходных рыб, когда икротечение многих рыб совпадает по времени с интенсивным подъемом воды весеннего половодья и паводков. Как показывают результаты наших исследований, термический режим, складывающийся в нижнем бьефе каскада водохранилищ, отрицательно влияет на воспроизводство полупроходных рыб. При естественном гидрологическом режиме водотоков полупроходные рыбы, двигаясь по традиционным местам нереста, доходили до них именно при определенных сроках и температурном режиме, тогда как в современных условиях рыбы в нижних бьефах попадают под сильное и продолжительное воздействие низких положительных температур весной и повышенных осенью и в начале зимы. В приплотинной зоне, из-за отсутствия ледостава рыбы вовлекаются в длительный (противоестественный) период деятельного состояния. В противовес этому процессу, отрицательное влияние термического режима нарушенного гидрологического ряда сказывается отрицательно на жизнедеятельности ихтиофауны и весной, когда осуществляются попуск охлажден-

ной воды, что в свою очередь задерживает наступление нерестовой температуры на 10 и более суток и полупроходные рыбы в массе своей начинают выметать икру при нижних пороговых температурах. При этом следует знать, что отклонение от нормального температурного режима оказывает влияние не только на ранние стадии онтогенеза, но и на важнейшие жизненные функции взрослых рыб, в частности на воспроизводительную функцию. Поэтому проблема изменения естественного температурного режима вследствие быстрого охлаждения весной и нагрева осенью, представляет собой серьезную угрозу рыбным запасам и другим гидробионтам, у которых также нарушается нормальное течение основных физиологических процессов и происходит гибель от температурного шока.

Немаловажную роль в период активного вегетативного роста растительных сообществ затопляемых пойменных лугов играет воздействие низких положительных температур, вызывающее серьезные повреждения, а в отдельных случаях и их гибель. Известно, что по степени устойчивости к пониженным температурам все растительные сообщества делятся на теплолюбивые и холодоустойчивые. Во многих случаях из-за воздействия низких положительных температур в начале вегетации многие растения уходят в глубокое анабиозное состояние, уступая свои места более холодоустойчивым доминантам. При этом как листья, так и сами растения теряют тургор, а при более продолжительном воздействии - становятся хлоротичными. За этими вроде бы простыми внешними повреждениями стоит глубокая дезорганизация всех жизненно важных процессов, начинающаяся с нарушения структур мембран, где липиды мембран переходят в твердокристаллическое состояние. Вследствие этого мембраны как правило сжимаются, вызывая тем самым увеличение просвета пор, что в свою очередь вызывает изменение в их проницаемости для воды и других химических веществ. При нарушении структуры и свойств мембран подавляется процесс дыхания, фотосинтеза и биосинтеза хлорофилла. Вследствие дезорганизации метаболизма закисляется внутриклеточная среда, что является побудительным мотивом нарушения пространственной структуры ДНК и ферментов.

Таким образом, даже при непродолжительном действии низких положительных температур в растении происходят необратимые физиологические расстройства, что в свою очередь чревато потерями сенокосных

угодий поймы р. Иртыш, как наиболее продуктивных сельскохозяйственных земель.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексин О.А. Основы гидрохимии. - Л.: Гидрометеиздат, 1970. - 442 с.
2. Болезни рыб //Под ред. В. Осетрова. - М.: Агропромиздат, 1989. - 288 с.
3. Константинов А.С. Общая гидробиология. - М.: Высшая школа, 1986. - 472 с.
4. Лукьяненко В.И. Экологические аспекты ихтиотоксикологии. - М.: Агропромиздат, 1987. - 140 с.
5. Метелев В.В., Канаев А.И., Дзасохова Н.Г. Водная токсикология. - М.: Колос, 1971. - 248 с.
6. Никаноров А.М. Гидрохимия. - Л.: Гидрометеиздат, 1989. - 348 с.
7. Никаноров А.М., Посохов Е.В. Гидрохимия. - Л.: Гидрометеиздат, 1985. - 232 с.
8. Никольский Г.В. Экология рыб. - М.: Высшая школа, 1961. - 269с.
9. Одум Ю. Основы экологии. - М.: Мир, 1975. - 741 с.
10. Работнов Т.А. Луговедение. - М.: МГУ, 1984. - 320 с.
11. Ресурсы поверхностных вод. Т.15. Вып.1. /Под ред. В.А. Семенова. - Л.: Гидрометеиздат, 1969. - 319 с.
12. Шенников А.П. Луговедение. - М.: МГУ, 1991. - 612 с.

Казахский научно - исследовательский институт  
мониторинга окружающей среды и климата

### ТЕМПЕРАТУРА РЕЖИМІНІҢ ӨЗГЕРУСІНІҢ КЕЙБІР ПРОБЛЕМАЛАРЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ӨЗЕН ЭКОЖҮЙЕСІНІҢ ӨМІРІНДЕГІ РӨЛІ ТУРАЛЫ

Геогр. ғ. канд. М. Ж. Бурлібаев

Қазіргі замандағы дәл деректердің негізінде Ертіс өзенінің температуралық жүргісінің түпкілікті өзгеруі (бөгендер каскадының салдарынан) және олардың өзен экожүйесінің тіршілігіне әсері дәлелденген.