

## Об изменении климата в нижних бьефах крупных гидроузлов

Инж. В. А. МАКАРОВ

Известно, что крупные гидроузлы оказывают влияние на климат прилегающих территорий. Это обстоятельство находится в поле зрения специалистов, прогнозируется ими с достаточной достоверностью при проектировании и является предметом систематического изучения в процессе последующей эксплуатации объекта. Результаты этого изучения, как правило, и подтверждают приемлемую достоверность проектного прогноза.

При этом традиционно в центре внимания находятся водохранилища как крупные аккумуляторы теплоты, способные заметно трансформировать температурно-влажностный режим прилегающих территорий в суточно-сезонном разрезе; их обширные акватории сглаживают рельеф, что сказывается также на розе ветров.

Менее заметно влияние крупных гидроузлов на климатические факторы в нижнем бьефе, поскольку проявляется оно в ограниченной прибрежной полосе водотока, сохраняющего естественное русло.

Зависимость климатических факторов от водных объектов определяется процессами тепловлажообмена атмосферы с водной поверхностью. Физическая сущность изменения бытового гидротермического режима в нижних бьефах гидроузлов, влияющего в свою очередь на климат, связана с тем, что водохранилища ГЭС питаются из глубинных слоев водохранилища, имеющих стабильную среднесуточную температуру (около 4°С), в результате чего на значительном участке вода в реке оказывается летом холоднее, а зимой теплее, чем в естественном состоянии. Зи-

мой это приводит к образованию незамерзающей полыньи, протяженность которой зависит от суровости зимы и режима попусков.

До последнего времени эти явления в специальной литературе не трактовались как отрицательные и не привлекали внимания здравоохранительных служб. По-видимому, единственное объяснение этому — практически неразличимые отклонения от бытовых условий в зонах как умеренного, так и сурового климата, где по берегам рек в пределах полыньи от ГЭС находятся такие крупные города, как Пермь, Новосибирск, Иркутск и др.

Впервые нарекания по поводу негативного влияния ГЭС на климат и природные условия нижерасположенного города были высказаны применительно к г. Красноярску, расположенному в 30 км ниже Красноярской ГЭС с крупным водохранилищем.

Трудно проследить и понять, в связи с какими обстоятельствами и с чьей легкой руки влияние нижнего бьефа на климат стало оцениваться как вредоносное, но сегодня это мнение с крайней безапелляционностью выдвигается в качестве бесспорного аргумента отрицательного влияния ГЭС на экологическую обстановку.

При этом не только пресса, но и проектировщики с привычной обреченностью ссылаются на «с печальным» опыт Красноярска как пример недооценки пагубного влияния похолодавшей летом и потеплевшей зимой реки на здоровье населения прибрежной полосы. Такое суждение не бесспорно и последствия его распространения не безобидны.

Известно, что под активным воздействием выступлений общественности, прессы и местного руководства разработаны сложные и дорогостоящие проекты поверхностных волозаборов на Красноярской ГЭС и теплообменных устройств для приведения температурного режима Енисея в пределах города к бытовому уровню и предположении, что устранение зимней полыньи и потепление реки летом радикально улучшает санитарную обстановку в городе.

Не касаясь проблематичности технического и экономического эффекта от подобных мероприятий, уместно отметить, что при сомнительной их целесообразности для решения поставленной задачи устранение зимней полыньи имеет реальные противопоказания. Во-первых, приближение к городской черте кромки ледостава на границе полыньи, где формируются заторможенно-закорные процессы с зимними форсировками уровней, создает угрозу подтопления и затопления промпредприятий и жилых районов города. Во-вторых, речной флот лишится благоприятной возможности организовывать по свободной воде межнавигационный отстой и ремонт судов и технические перевозки. Наконец, принудительная форсировка теплообменных процессов в целях резкого охлаждения зимнего расхода ГЭС неминуемо приведет к столь интенсивному туманообразованию, что технические и экологические его последствия труднопредсказуемы. Нельзя упоминать, что отклонение теплового баланса Енисея от бытового определяется не только влиянием водохранилища на повышение температуры воды и резким возрастанием зимних расходов (почти на порядок), но также значительным тепловым загрязнением реки стоками промпредприятий района.

Поэтому во избежание отвлечения внимания и средств в ложное русло, прежде чем решиться на мероприятие, имеющее столь глубокие последствия, необходимо убедительно и тщательно обосновать его целесообразность. А это значит, что следует объективно оценить истинную степень влияния ГЭС на климатические изменения и их характер.

Мнение о пагубности влияния измененного наличием ГЭС климата (главным образом, повышения влажности и туманообразования) на здоровье населения Красноярска высказывается жителями на основании личных впечатлений и охотно поддерживается местной прессой. Санитарные службы города подтверждают это ссылками на статистические сведения, вскользь упомянув при этом неблагоприятное воздействие загрязненности воздушного бассейна, причем без сколько-нибудь мотивированного анализа относительной значимости этих факторов. Весьма популярен тезис: «После строительства ГЭС мы и наши дети стали чаще болеть».

Известно, что восприятие климатических условий человеком складывается из личных впечатлений о погоде, весьма переменчивой в суточном, сезонном и многолетнем разрезах, несущих поэтому сугубо субъективный характер. Эта субъективность повышается еще и в силу естественной ротации населения во времени, на которую накладываются без должного анализа личные ассоциации, связанные с изменением образа жизни. Немаловажно в этой связи отметить, что к моменту ввода Красноярской ГЭС в 1967 г. население города составляло примерно полмиллиона жителей, из которых в силу возрастных особенностей и миграции в другие места проживания к настоящему времени, спустя 20 лет, могли сохранить впечатления о комфортности климата около половины его тогдашнего состава, т. е. сегодня, когда население Красноярска приближается к 1 млн., лишь 20—25 % имеют условную возможность соотносить климатические изменения с собственным здоровьем и самочувствием, к тому же без дифференциации причин и характера этих изменений.

#### Как же обстоит дело в действительности?

Объективными критериями погоды являются количественные показатели ряда характеризующих ее параметров, основные из которых — температура воздуха, относительная его влажность, количество и характер атмосферных осадков, скорость, направление и повторяемость ветров. Эти показатели, осредненные в результате статистической обработки данных достаточно продолжительного ряда наблюдений и отнесенные к определенным периодам внутри-годового цикла, характеризуют климат района.

В Красноярске регулярные гидрометеорологические наблюдения ведутся с середины прошлого столетия; по мере роста города возрастала подробность наблюдений и пополнялся состав постов. С вводом Красноярской ГЭС специально для выявления ее влияния на климат прилегающих к реке районов были открыты новые пункты наблюдений на улицах, перпендикулярных руслу реки. Представительная информация о климате города содержится в официальном справочном издании Гидрометеоздата «Климат Красноярска»<sup>1</sup>, в специальном разделе которого приводятся и комментируется характер климатических изменений в городской черте, отмечаемых после пуска ГЭС и наполнения водохранилища.

Ниже приводятся заимствованные из этого издания таблицы, характеризующие изменение влажности воздуха (табл. 1), среднего числа дней с туманом (табл. 2), средней скорости ветра (табл. 3) за десятилетние периоды до и после ввода ГЭС по показаниям постов, находящихся непосредственно у уреза воды. С удалением от береговой черты эти изменения резко снижаются.

Сравнительные таблицы температурного режима из-за громоздкости не приводятся, однако характер изменений температур трактуется в указанной монографии следующим образом: «Наличие Красноярского водохранилища и незамерзающей акватории р. Енисей оказывает смягчающее влияние на режим температуры воздуха»; «сравнение средних значений за десятилетие до и после наполнения водохранилища показало, что годовой ход температуры близ Енисея стал более плавным. Средняя годовая температура воздуха несколько повысилась на станциях, расположенных у уреза воды... Это свидетельствует об уменьшении континентальности климата в прибрежной зоне» (стр. 135, 136).

Изложенные положения иллюстрируются следующими числовыми характеристиками:

в холодное время года температура повысилась на 2—4 °С, а в теплый период понизилась на 1—2 °С;

декабрьско-январская температура воздуха у воды составляет —14,2 °С, а в отдалении от береговой черты она понижается до —19 °С;

наиболее отчетливо видны изменения в суточном ходе температуры воздуха: ее амплитуда у реки на 4 °С меньше, чем в удалении;

заметно снизились экстремальные значения температуры, особенно в зимний период: у уреза воды она составила —37 °С, а то время как на окраине города —44 °С;

скорости ветра практически не претерпели изменений.

Таким образом, за исключением сведений о повышении частоты туманообразования, изменения городского климата можно квалифицировать как безусловно благоприятные. Это относится и к некоторому повышению влажности воздуха, особенно в теплое время года, так как в условиях больших городов традиционные нарекания высказываются по поводу иссушения их атмосферы из-за уменьшения лесонасаждений и мгновенного испарения и скатыва-

<sup>1</sup> Климат Красноярска/ Под ред. канд. геогр. наук П. А. Швер и А. С. Герасимовой. Л.: Гидрометеоздат, 1982.

Таблица 1. Средние месячная и годовая относительная влажность воздуха, %

Период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
1952—1961 гг.	74	75	69	62	56	60	69	75	75	70	72	74	69
1967—1976 гг.	74	77	72	60	57	63	71	74	74	72	73	76	70

Таблица 2. Средние месячные и годовое число дней с туманом и повторяемость Р, %, туманов

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
1952—1961 гг.													
н	4,3	3,8	1,4	0,3	0,4	0,5	1,4	4,7	3,4	1	1,6	3,7	26,5
Р	16	14	5	1	2	2	5	18	13	4	6	14	100
1967—1976 гг.													
н	6,3	7,0	1,9	0,1	0,6	0,6	1,4	3,3	2,9	2,2	3,4	8,7	38,4
Р	16	18	5	1	2	2	4	8	7	6	9	22	100

Таблица 3. Средние месячная и годовая скорость ветра, м/с

Период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
1952—1961 гг.	4	3,1	3,8	4,5	4,3	3,1	2,2	2	3,1	4,6	4,4	3,7	3,6
1967—1976 гг.	3,9	3,6	4	4,8	4,7	3,4	2,8	2,7	3,4	3,8	4,8	3,7	3,7

ния выпавших осадков с асфальтированных поверхностей городских территорий. Иными словами, можно говорить о дифференцированном характере влияния климатических изменений на санитарные условия проживания населения. К этому следует присовокупить положительный эффект ГЭС для санитарной обстановки в городе благодаря резкому увеличению разбавления городских стоков зимними расходами, на порядок превышающими бытовые.

Что касается повышенного туманообразования, чему, безусловно, в зимний период в немалой степени способствует открытая водная поверхность реки на незамерзающем участке, то здесь, по-видимому, следует, во-первых, обратить внимание на то, что сами по себе туманы как атмосферное явление не противопоказаны для здоровья населения, поскольку достаточно распространены повсеместно на любых прибрежных территориях, к которым, как известно, исторически тяготеют крупнейшие города страны и мира; во-вторых, неоднозначно может оцениваться их роль в адсорбировании взвешенных загрязнителей воздуха: в ряде случаев туманы способствуют ускорению выпадения загрязнителей с конденсатом на земную поверхность и последующему смыванию поверхностными водами. Визуальные наблюдения показывают, что в период туманообразования наиболее плотные его слои белесоватого цвета дислоцируются над водной поверхностью, быстро ослабевая с удалением от береговой полосы, а в промышленных районах города туман резко усиливается, принимая грязно-серый оттенок. Причем замечено, что режим его образования и рассеивания несинхронен с режимом прибрежной полосы. Разумеется, нельзя исключать факт влияния водной поверхности на повышение туманообразования, но при этом в равной мере следует учитывать обильное загрязнение атмосферы вредными выбросами, обладающими в ряде случаев химической активностью, поскольку смог стал, к сожалению, грозным спутником и таких крупных промышленных городов, вблизи которых отсутствуют водные акватории. Это состояние атмосферы требует объективных исследований как физическое явление и как фактор воздействия на живую среду. В отсутствие таких исследований неправомерно суждение о приоритетном влиянии режима нижнего бьефа гидроузлов на вредоносные климатические изменения.

По мнению многих опрошенных автором старожилов Красноярска, не обнаруживаются сколько-нибудь заметные изменения климатических условий и их влияние на самочувствие в примыкающем к реке районе левобережья, где в наибольшей мере сказывается влияние реки и в наименьшей — промпредприятий. К этому мнению присоединяется и автор на основании опыта непрерывных личных наблюдений в течение шести последних лет.

В то же время памятен конкретный случай до наполнения водохранилища, когда зимой 1966/67 г. при резком усилении мороза и скованном льдом Енисее в течение двух суток из-за густых туманов не было вылетов самолетов из городского аэропорта. И такое положение не является необычным для тех, кто знаком с капризами метеоусловий Севера, где покрытые льдом реки и озера продуцируют при сильных понижениях температуры плотные туманы.

Кроме того, помимо загрязнения атмосферы имеются и другие негативные факторы, влияние которых на здоровье населения и динамику регистрируемой заболеваемости нельзя игнорировать. К их числу относятся изменение ассортимента и качества продуктов питания, новые формы одежды и материалы, в том числе на основе синтетики, малое соответствующие суровым климатическим условиям, оживление внутригородской миграции в малокомфортабельных транспортных условиях. Даже такое положительное обстоятельство, как расширение сети медузереждений и ввиду этого увеличение количества регистрируемых обращений должно быть учтено при корректном анализе причин и следствий отрицательного влияния изменения внешних условий на состояние здоровья населения.

С климатической проблематикой тесно смыкаются вопросы влияния измененного гидравлического и термического режима Енисея на рекреационную и народнохозяйственную жизнь города. Здесь следует отметить, что в летний период температура воды в основном русловом потоке реки в пределах города понизилась примерно на 4—5 °С, что ухудшило условия купания населения. В то же время и в бытовых условиях Енисей от своих горных истоков до многокилометровых разливов нижнего течения никогда не был ласковой пляжной рекой: в Красноярске купальный сезон ограничивался 2—3 неделями наиболее жаркой июльско-августовской погоды, когда воздух прогревался до 18—19 °С и примерно такой же температуры достигала вода в затишных протоках и на отмелях. Эта же возможность сохраняется и теперь: с помощью новейших гидротехнических сооружений можно регулировать проточность и инсоляционный прогрев подпертых периферийных протоков, по берегам которых целесообразно создавать благоустроенные пляжи. Этому в немалой степени содействует стабилизация уровня режима реки, зарегулированной работой ГЭС: если в бытовых условиях колебания уровня в пределах городской черты достигали 9 м с почти полным затоплением островов и понижений поймы, то теперь они не превышают 1 м, что упрощает создание и использование рекреационных сооружений.

Изложенные соображения позволяют сформулировать следующие выводы:

1. Изменение климатических условий г. Красноярска,

происшедшие в результате строительства ГЭС и проявляющиеся в отклонениях температурно-влажностных и ветровых процессов в атмосфере, сказывается в относительно узкой прибрежной полосе и носит ограниченный характер, находясь в диапазоне бытовых колебаний соответствующих параметров.

2. Изменение температурного режима в силу повышения тепловой инерции водной массы речного потока, стабилизированного по расходу и температуре, сказывается в сглаживании экстремальных температур воздуха в сезонном и особенно суточном разрезе, что в общепринятом понимании расценивается как благоприятный фактор, смягчающий континентальный климат в зоне влияния реки.

3. Отмечаемые повышение и выравнивание во времени относительной влажности воздуха в определенной мере компенсируют присущий большим городам неблагоприятный эффект иссушения атмосферы.

4. Заметное увеличение туманов, главным образом над водной акваторией и в непосредственной близости от береговой черты в нижних бьефах гидроэлектростанций, не может рассматриваться как самостоятельный и доминирующий фактор, влияющий на здоровье населения, поскольку, во-первых, одновременно на последнее оказывают сильное воздействие другие негативные обстоятельства — загрязнение воздушного бассейна вредными выбросами, изменение условий и образа жизни (питание, одежда, транспорт

и др.), во-вторых, в ряде других населенных пунктов и на обширных территориях этот фактор не расценивается как противопоказание к проживанию.

5. Достоверные сведения о влиянии происходящих изменений во внешней среде и образе жизни на здоровье населения Красноярска могут быть получены только в результате представительного и корректного исследования, выполненного санитарно-медицинской, природоохранной и гидрометеорологической службами с учетом динамики всех влияющих факторов, и его последующей компетентной экспертизой.

6. Ошибочным представляется стремление сократить посредством технических мероприятий протяженность зимней полыни в нижнем бьефе Красноярской ГЭС, приблизив ее кромку к городской черте, поскольку в этом случае при сомнительном экологическом эффекте реальной становится опасность затопления и подтопления населенных районов при заторно-зажорных явлениях в условиях переменных режимов зимних пусков.

7. До проведения названных исследований и внесения ясности в сформулированные выше вопросы нет достаточных оснований квалифицировать изменения климатических условий в нижнем бьефе Красноярской ГЭС и других гидроузлов, сооружаемых в сходных условиях, как неблагоприятные для здоровья населения и экологической обстановки.