

УДК 556.552

Е.В. Обухов, Е.С. Корягина

**ОБОБЩЕННЫЕ ОЦЕНКИ ВРЕМЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ТЕМПЕРАТУРЫ И ИСПАРЕНИЯ С АКВАТОРИИ КАХОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ЗА ПЕРИОД ЕГО ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Проведены обобщения реальной гидрометеорологической и морфометрической информации по акватории Каховского водохранилища, сопоставления и анализ результатов.

Ключевые слова: водохранилище; испарение; температура; поверхность воды; амплитуда; участок; эксплуатация.

**Введение и постановка проблемы**

Изменение климата на Земле приводит к повышению средней температуры воздуха на планете и увеличению испарения влаги. Температура воды – наиболее изменчивая характеристика водохранилища, как во времени, так и в пространстве [18; 13], т.е. по ширине, длине и глубине. Температура воды также является самым универсальным фактором, который влияет на распределение гидробионтов и их миграцию.

Термический режим Днепровских водохранилищ, которые расположены в трех ландшафтных зонах, зависит от физико-географических условий, морфометрических данных, антропогенных факторов, приточности, их регулирующей способности. Термический режим влияет не только на гидробиологические процессы в водохранилище, но и на испарение с них и потери воды и тепла.

Температурный фактор является исходным при расчете испарения, и точность расчетов при составлении водных балансов водохранилищ существенно зависит от его надежности.

Исследованиями температурного фактора как определяющего во время расчетов испарения с водной поверхности Днепровских водохранилищ занимались В.М. Шмаков [5; 16], З.А. Викулина, А.А. Натрус [2], В.С. Вуглинский, К.Н. Кокарев [3; 4], Л.Г. Шуляковский [17] и др. Вопрос температурного фактора также отображен в [13; 6-12; 14]. Отметим, что большинство результатов исследований опубликованы до 1990 г. и требуют уточнения на основе гидрометеорологических наблюдений за последние 30 лет с учетом изменения климата.

**Целью данной работы является анализ и обобщение данных натурных наблюдений за температурой воды и воздуха над акваторией Каховского водохранилища и его отдельных составляющих и сравнение обобщенных результатов за период его эксплуатации (1956-2010 гг.).**

**Основными материалами исследования являются** систематизированная гидрометеорологическая и морфометрическая [18] информация с Каховской гидрометеорологической обсерватории за 1988-2010 гг. и результаты исследований за предыдущие годы [18; 7-12; 15].

Каховское водохранилище – шестая ступень Днепровского каскада – совершает сезонное и частично многолетнее регулирование стока с колебанием уровня в пределах 3 м. Площадь водосбора составляет 482 000 км<sup>2</sup>. Среднегодовое сток – 52,2 км<sup>3</sup>. Полная и полезная емкость водохранилища соответственно равны 18,2 и 6,8 км<sup>3</sup>. Площадь водного зеркала водохранилища – 2155 км<sup>2</sup>, длина его 230 км, максимальная и средняя глубина – 36 и 8,4 м, максимальный статичный напор – 16,5 м, расчетный – 15 м, минимальный – 8,9 м. Установлена мощность при расчетном напоре – 351 МВт. Среднегодовая выработка энергии – 1420 млн кВт·час. Используется для энергетики, водообеспечения, орошения, судоходства, рыбного хозяйства [5; 16; 7-12].

Берега водохранилища высокие, состоящие в основном из суглинков, порезанные глубокими оврагами и долинами мелких степных рек, которые сегодня стали его заливами [14].

© Обухов Е.В., Корягина Е.С., 2013

**Обухов Евгений Васильевич**, доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор кафедры гидрологии суши Одесского государственного экологического университета; Украина 65016, г. Одесса, ул. Львовская, 15; e.obukhov@mail.ru

**Корягина Елена Сергеевна**, магистр гидрологии, инженер кафедры океанологии Одесского государственного экологического университета; Украина 65016, г. Одесса, ул. Львовская, 15; koria2008@rambler.ru

В водохранилище выделяют пять участков (рис.1). Первый участок – от г. Новая Каховка до с. Бабино – приплотинный, самая глубокая зона шириной 5-6 км, глубиной от 13 до 25 м, а иногда и 32 м. Площадь первого участка 495 км<sup>2</sup>.

Второй участок – от с. Бабино до г. Никополь – шириной 8-15 км, преобладающие глубины – 10-12 м. Площадь второго участка 532 км<sup>2</sup>.

Третий участок – от г. Никополь до с. Верхняя Тарасовка – шириной от 8 до 16 км с глубинами 8-10 м. Площадь третьего участка – 365 км<sup>2</sup>.

Гидрологический режим второго и третьего участка – переходный от речного до озеровидного.

Четвертый участок – от с. Благовещенка до с. Плавни – пойменный, отделен от руслового, пятого, участка песчаной грядой и имеет вид мелководного озера с преобладающими глубинами 3-5 м, а также имеет большую площадь с глубинами 1 м. Это район бывших Конских плавней. Площадь четвертого участка 690 км<sup>2</sup>.

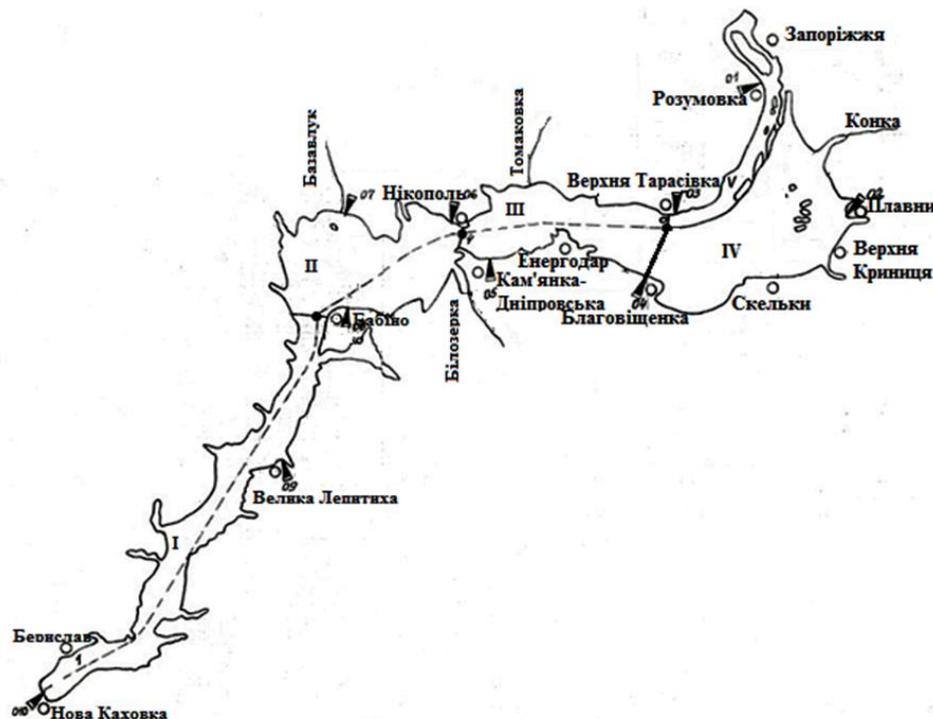


Рис.1. Каховское водохранилище и его участки

Русловой – пятый – участок расположен от с. Верхняя Тарасовка до с. Розумовка [10-12]. Площадь пятого участка 73 км<sup>2</sup>.

В основу исследования положен анализ и обобщение реальной и расчетной гидрометеорологической информации для последующего использования в практических и научных целях.

### Результаты исследований и их анализ

За период эксплуатации водохранилища принято более столетия – 55 лет (1956-2010 гг.). За этот период данные наблюдений среднегодовых температур воздуха над акваторией Каховского водохранилища хронологически показаны на рис.2.

Представленный график показывает тенденцию увеличения температуры воздуха над акваторией Каховского водохранилища за 55 лет. Среднее значение температуры воздуха равняется 10,6 °С. Коэффициент корреляции  $R = 0,51$ .

Разностная интегральная кривая температуры воздуха над акваторией водохранилища показывает период спада среднегодовой температуры воздуха с 1957 по 1988 г. и период подъема температуры воздуха с 1989 по 2010 г. Но если рассматривать временной ход температуры воздуха по г. Херсон за 129 лет (рис.3), то тренд не является статистически значимым, т.к. значение коэффициента корреляции меньше, чем удвоенная среднеквадратическая ошибка самого коэффициента корреляции. Ряд

наблюдений за температурой воздуха по г. Херсон – стационарный, т.е. среднегодовая температура воздуха изменяется в пределах природных колебаний.

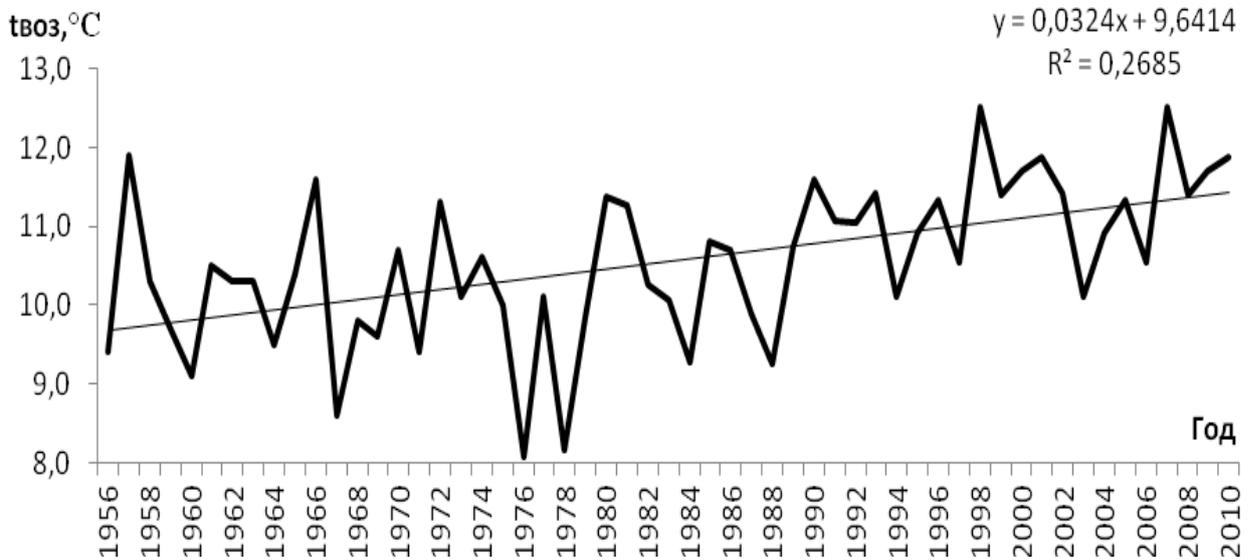


Рис. 2. Хронологический график среднегодовой температуры воздуха над акваторией Каховского водохранилища

Период снижения среднегодовых температур воздуха за разностной интегральной кривой наблюдается с 1907 по 1988 г., а подъем температуры – с 1882 по 1906 г. и с 1989 по 2011 г.

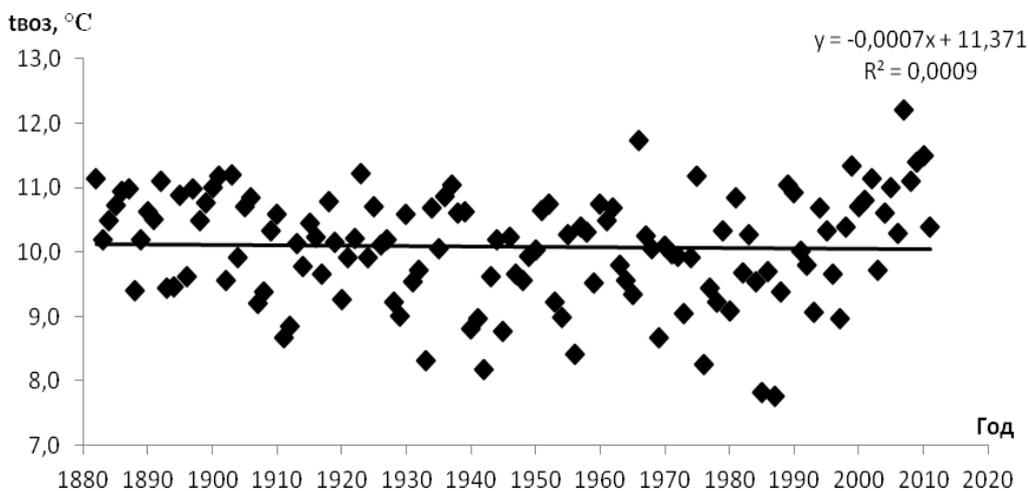


Рис. 3. Хронологический график температуры воздуха (г. Херсон)

На рис. 4 показана тенденция увеличения среднегодовой температуры поверхности воды Каховского водохранилища за 55 лет его эксплуатации. График построен для теплого периода года (IV-X месяцы). Среднее значение температуры поверхности воды 13,13 °C. Коэффициент корреляции  $R = 0,60$ .

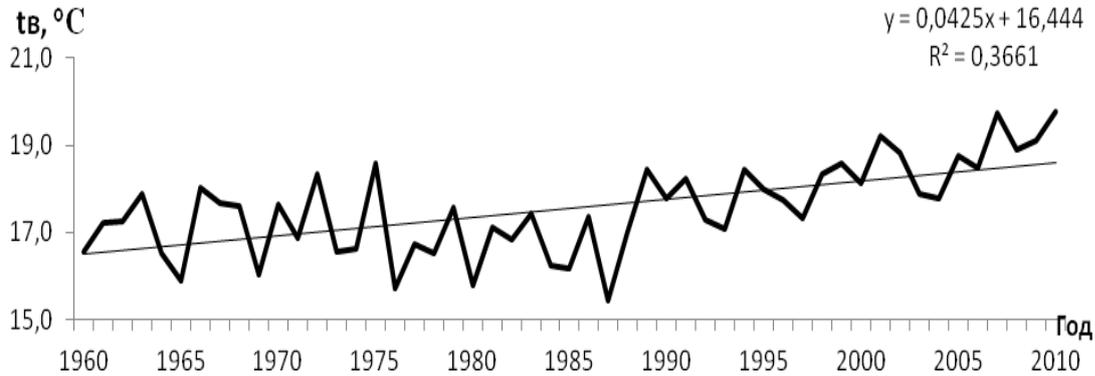


Рис. 4. Хронологический график среднегодовой температуры поверхности воды Каховского водохранилища

Общая тенденция увеличения среднегодового слоя испарения с водной поверхности водохранилища за 55 лет его эксплуатации показана на рис.5.

Среднее значение слоя испарения 844 мм. Коэффициент корреляции  $R = 0,41$ .

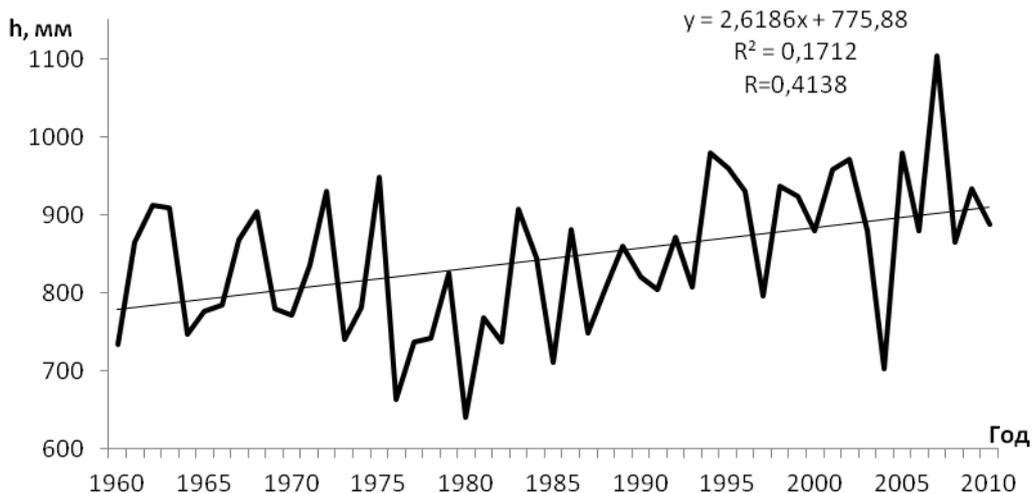


Рис. 5. Хронологический график среднегодового слоя испарения с поверхности воды Каховского водохранилища

Влияние изменения климата за последние 23 года эксплуатации водохранилища на температуру его водной поверхности и показатели испарения с него можно наблюдать соответственно на рис.6 и 7. Следует отметить, что на участках 1-4 тренд не является статистически значимым.

Наибольшим изменениям среднегодовые температуры воды (с 12,0 по 14,0 °C) подвергаются на пятом русловом участке акватории водохранилища, а наименьшим – на четвертом мелководном участке.

В начале периода наблюдений на участках водохранилища наивысшая температура водной поверхности (14,6 °C) была на четвертом участке, а наименьшая (12,0 °C) – на пятом. Но с 2002 по 2010 г. наивысшая среднегодовая температура воды наблюдалась уже на первом приплотинном участке акватории (15,3 °C в 2010 г.), а на пятом температура достигала 14,0 °C.

Отметим также, что в 1988 г. среднегодовая температура уменьшалась по участкам в таком порядке: 4, 3, 2, 1, 5, а в 2010 г.: 1, 2, 4, 3, 5. В 2002 г. среднегодовые температуры воды на 1, 2, 4-м участках сравнялись.

Как видно на рис.7, наблюдается статистически незначимый тренд слоев испарения для всех пяти участков Каховского водохранилища.

## Гидрология

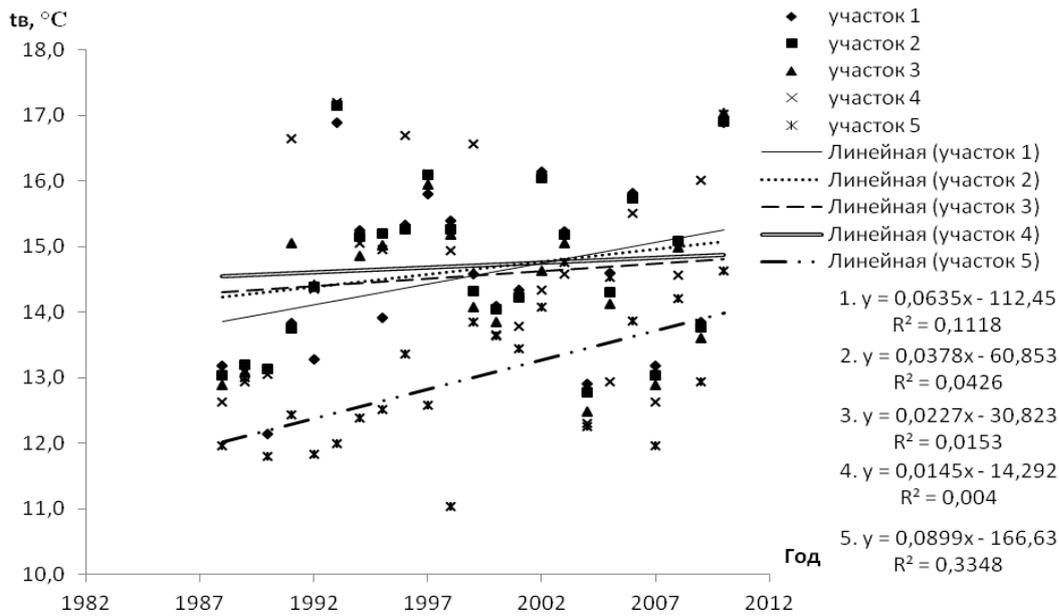


Рис. 6. Временная изменчивость среднегодовых температур воды на участках акватории Каховского водохранилища

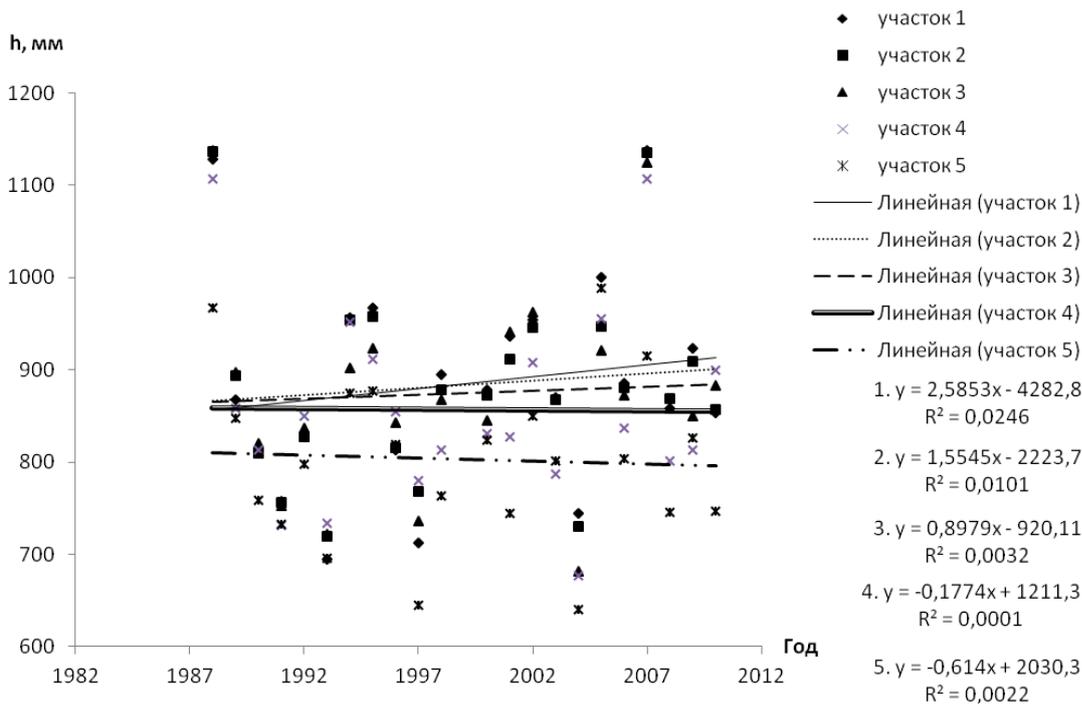


Рис. 7. Временная изменчивость среднегодового слоя испарения с водной поверхности участков акватории Каховского водохранилища

В начале наблюдений среднегодовой слой испарения был наивысшим на 2, 3, 4, 1 и 5-м участках, а через 23 года – на 1, 2, 3, 4 и 5-м. В 1993 г. среднегодовой слой испарения на 1-м и 3-м участках, а в 1998 г. на 1-м и 2-м он сравнялся.

За 23 года (1988-2010 гг.) эксплуатации Каховского водохранилища для его пяти участков были рассчитаны среднееголетние месячные температуры воды, средние, максимальные и минимальные их значения (табл.1).

Таблица 1

**Среднегодовое месячные температуры поверхности воды на пяти участках Каховского водохранилища**

Метеостанция	Месяц												Средняя	Максимальная	Минимальная
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
1. Новая Каховка	1,8	1,4	3,2	8,4	15,7	21,4	24,0	24,3	20,1	14,7	8,4	3,7	12,6	24,3	1,4
2. Никополь	1,6	1,0	3,5	8,8	16,5	21,7	24,4	24,4	19,7	14,0	7,4	3,2	12,2	24,4	1,0
3. Никополь	1,5	1,0	3,7	9,3	16,6	21,9	24,6	24,4	19,3	13,4	6,7	2,7	12,1	24,6	1,0
4. Плавни	1,3	1,1	3,9	9,6	16,8	22,1	24,8	24,2	18,6	12,3	6,2	2,1	11,9	24,8	1,1
5. Верхняя Тарасовка	1,9	0,8	2,2	7,4	14,8	20,6	23,6	23,9	19,9	14,4	7,5	2,7	11,6	23,9	0,8

Максимальное увеличение температуры за последние 23 года на 2,3°C произошло в апреле на первом участке, на 1,9°C – в марте на втором участке, на 2,1°C – в марте на третьем участке, на 2,3°C – в марте на четвертом участке, на 2,1°C – в октябре на пятом участке.

Отметим, что среднемесячные температуры воды на участках акватории изменялась от 1,4 до 24,3°C на первом участке, от 1,0 до 24,4°C – на втором, от 1,0 до 24,6°C – на третьем, от 1,1 до 24,8°C – на четвертом, от 0,8 до 23,9°C – на пятом (табл. 1).

Характерно, что наибольшее различие среднемесячных температур на первом – четвертом участках наблюдается в первых трех кварталах года, а на пятом участке, наоборот, – в четвертом квартале.

Как видно из табл. 1, максимальные среднемесячные температуры поверхности воды за 1988-2010 гг. на первом участке наблюдаются в августе, на втором – в июле и августе, на третьем и четвертом участках – в июле, а на пятом участке максимумы разошлись между июлем и августом. Отметим, что максимальная среднемесячная температура поверхности воды для всей акватории – 24,8°C – наблюдалась на четвертом участке.

На рис.8 показано ежемесячное распределение среднемесячной температуры поверхности воды на участках акватории Каховского водохранилища. Интересное изменение среднемесячной температуры поверхности воды можно наблюдать вдоль водохранилища на его участках за период 1988-2010 гг. (рис. 9), где распределения температуры воды по месяцам значительно различаются для каждого участка акватории, особенно для мелководного, четвертого.

Минимальная среднемесячная температура поверхности воды по акватории водохранилища за прохладный период (IX-I месяцы) зафиксирована на четвертом мелководном участке, который охлаждается больше и быстрее, а максимальные температуры поверхности воды в этот период определены на первом приплотинном и на пятом русловом участках.

В III-VII месяцах максимум среднемесячной температуры перемещается на четвертый мелководный участок, который быстрее и больше прогревается в этот период, а минимум – на пятый русловый участок.

Таким образом, в январе среднемесячная температура поверхности воды снижается от Каховской плотины до мелководной зоны (четвертый участок), а в русловом пятом участке температура поверхности воды в это время растет.

В феврале среднемесячная температура поверхности воды снижается от первого до пятого участка.

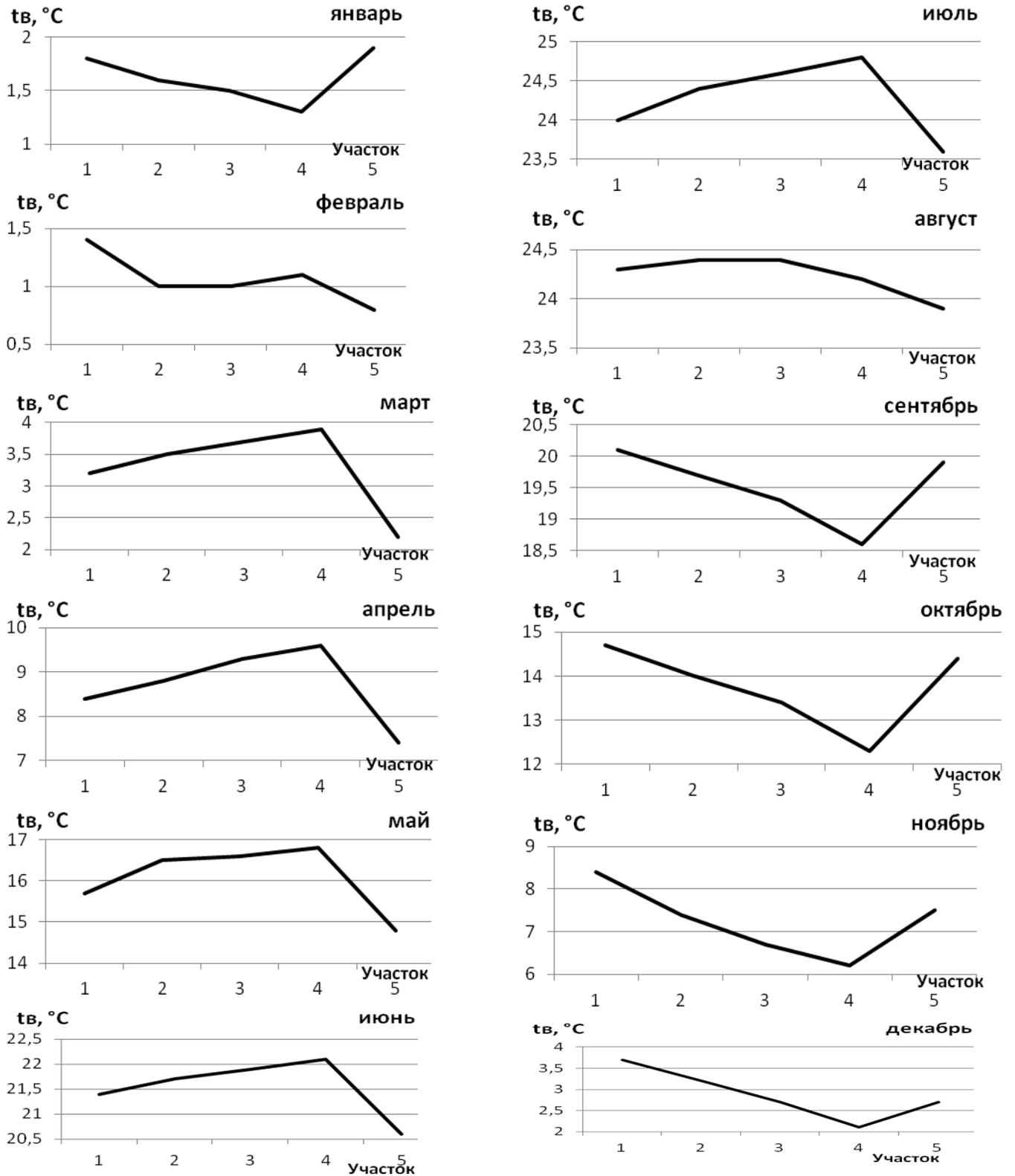


Рис. 8. Среднегоголетние температуры поверхности воды по месяцам на пяти участках Каховского водохранилища

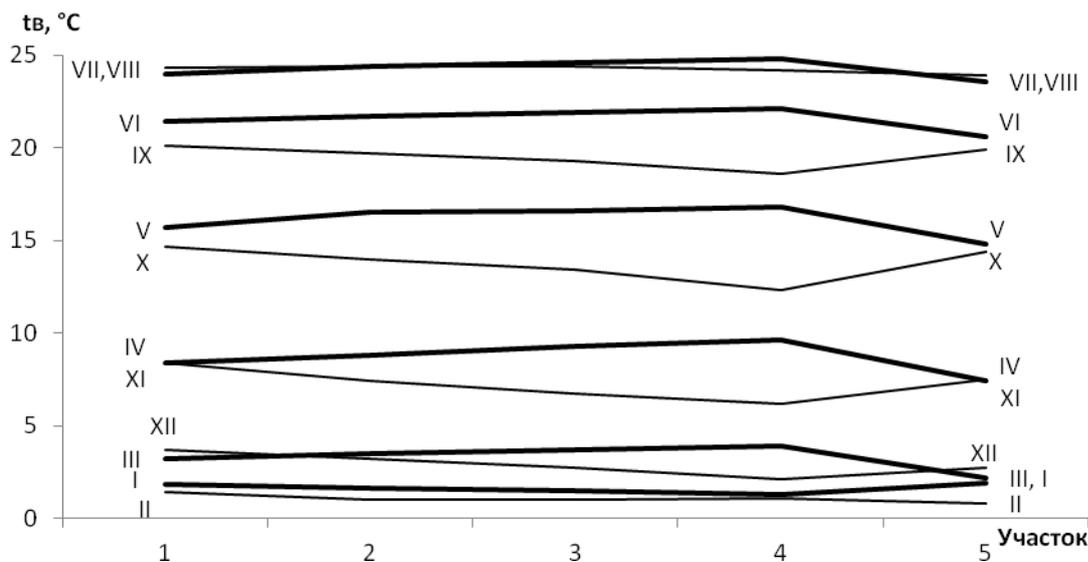


Рис. 9. Среднегодовья месячная температуры поверхности воды по месяцам на участках Каховского водохранилища за период 1988-2010 гг.

В марте–июле происходит увеличение среднегодовой месячной температуры поверхности воды от плотины до мелководного четвертого участка и резкое уменьшение ее на пятом русловом участке.

В августе среднегодовая месячная температура поверхности воды плавно уменьшается от приплотинного первого до пятого руслового участка.

В сентябре–декабре характер изменения среднегодовой месячной температуры поверхности воды аналогичен январскому с ярко выраженным минимумом на четвертом мелководном участке.

Такое распределение можно объяснить ориентацией водоема и широтой местности, проточностью водоема, сбросами воды вышерасположенной ГЭС, изменением площади поперечного сечения по длине водохранилища, влиянием промышленных и бытовых сбросов, скоростью течения воды.

Каховское водохранилище характеризуется значительными изменениями площади поперечного сечения акватории и соответственно емкости по длине. Особое влияние на распределение температуры поверхности воды водоема имеет его глубина [1; 5].

Летом уровень воды в Каховском водохранилище резко уменьшается в результате значительного забора воды для орошения, а также замедляется течение до 1,6-1,8 см/с. Водообмен в водохранилище не превышает 2-3 раз за год [15; 18]. Глубины водохранилища изменяются от 1 до 32 м, а ширина его от 25 км (максимальная) до 9,3 км (средняя).

Отметим, что на Каховском водохранилище, как и на других в каскаде, наблюдается горизонтальная стратификация температуры воды: зимой, ранней весной, во второй половине лета и осенью вода возле плотины теплее, чем на верхних участках водоема, а во второй половине весны и первой половине лета вода холоднее возле плотины.

В Каховское водохранилище также непрерывно поступают подогретые воды с промышленных предприятий г. Никополя, г. Марганца, мощного Запорожского энергокомплекса, что также имеет свое влияние на термический режим и распределение температур воды по акватории.

Аналогично с предыдущими исследованиями были рассчитаны и проанализированы среднегодовые месячные амплитуды колебания температуры поверхности воды за 23 года (1988-2010 гг.) эксплуатации Каховского водохранилища и определены средние, максимальные и минимальные их значения на пяти его участках. Внутригодовое распределение среднегодовых амплитуд колебания температуры поверхности воды на участках показано в табл.2 и на рис.10.

Амплитуда колебания температуры поверхности воды – это разница между наибольшим и наименьшим ее значением в данном месяце за данный период.

Таблица 2

**Внутригодовое распределение среднегодовых амплитуд колебания температуры поверхности воды ( $A_t, ^\circ\text{C}$ ) за 1988-2010 гг.**

Месяц Участок	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XI I
1	3,3	2,2	7,8	15,0	16,8	9,0	7,3	13,5	11,7	10,5	9,8	7,2
2	6,3	2,1	6,6	11,6	16,0	8,4	6,4	7,8	9,1	8,9	8,9	7,0
3	3,0	3,0	7,1	10,8	12,7	8,4	6,5	7,6	10,3	9,4	9,7	6,6
4	3,2	3,6	7,7	11,3	10,1	8,5	6,7	8,2	9,8	10,5	10,2	6,5
5	3,0	2,5	5,9	10,7	10,7	7,3	6,0	5,9	6,6	9,3	11,4	7,3

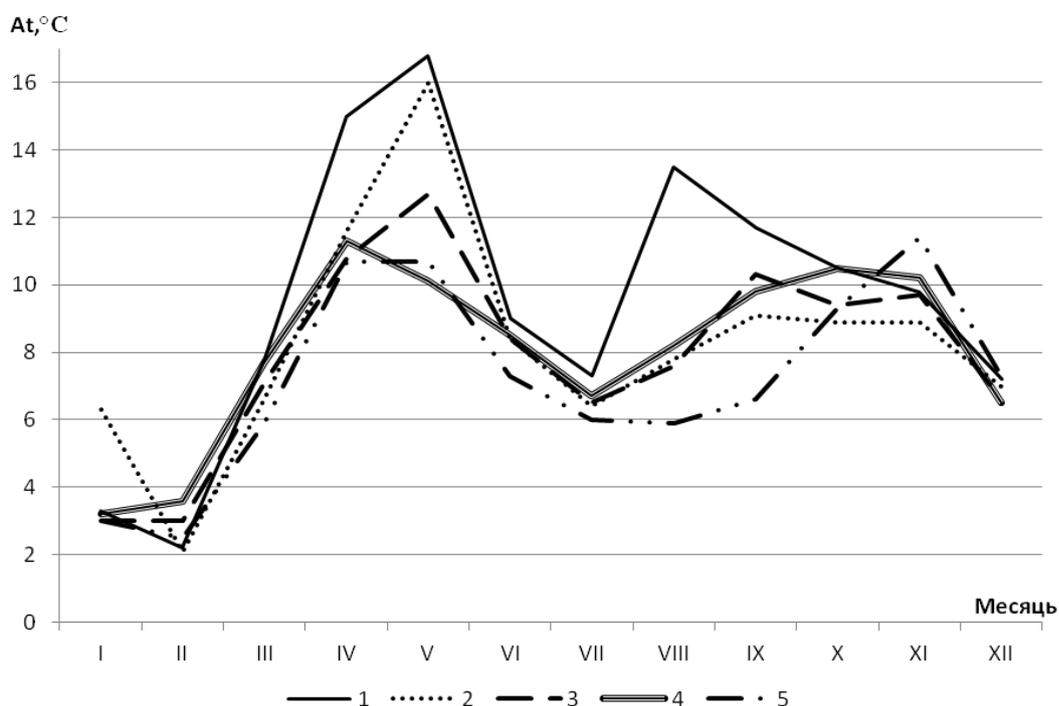


Рис. 10. Внутригодовое распределение среднегодовых амплитуд колебания температуры поверхности воды Каховского водохранилища за 1988-2010 гг.

На рис.10 видно, что наименьшая среднегодовая амплитуда колебания температуры поверхности воды наблюдается в феврале. Ее значения для пятого участка водохранилища колеблются от 2,1 до 3,6 $^\circ\text{C}$ . Далее среднегодовая амплитуда температуры увеличивается до апреля–мая и достигает значений от 10,1 до 16,8 $^\circ\text{C}$ . В июне и июле происходит снижение амплитуды от 6 до 9 $^\circ\text{C}$  – второй минимум. Второй максимум более рассредоточен во времени в зависимости от участка водоема и имеет значение от 13,5 $^\circ\text{C}$  в августе до 11,7 $^\circ\text{C}$  в сентябре, а на пятом участке второй максимум наступает в ноябре (11,4 $^\circ\text{C}$ ).

За последние 23 года максимальная среднегодовая амплитуда колебания температуры поверхности воды наблюдается на первом приплотинном участке в мае и достигает 16,5 $^\circ\text{C}$ , а минимальная – 2,2 $^\circ\text{C}$ , также на первом участке в феврале.

Среднегодовые месячные амплитуды колебания температуры поверхности воды на участках вдоль Каховского водохранилища за период 1988-2010 гг. показаны на рис. 11.

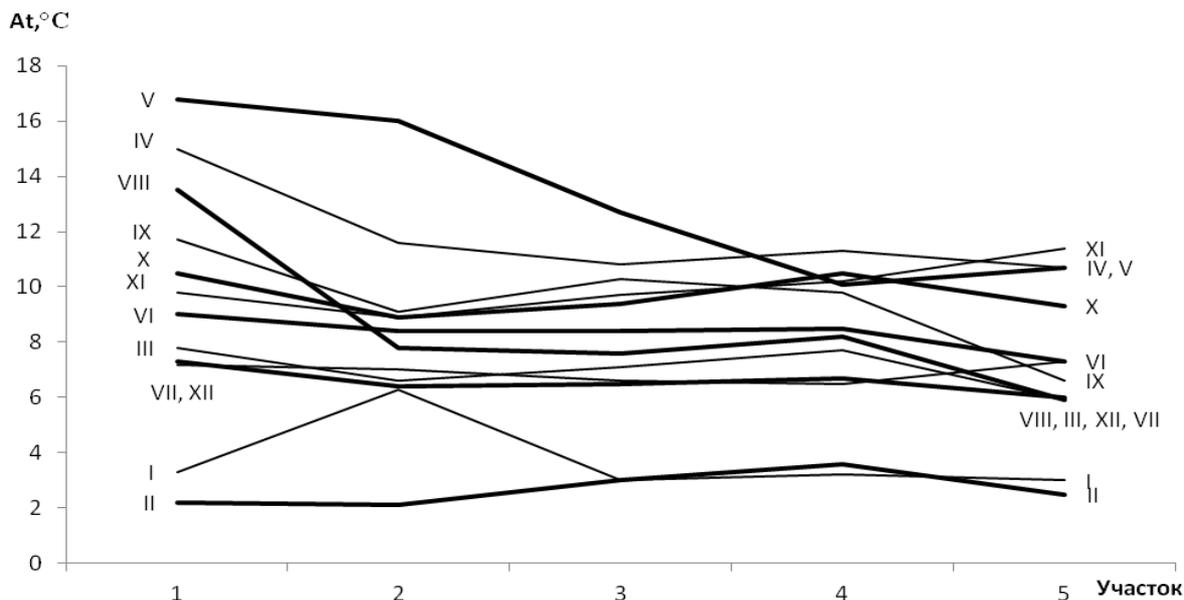


Рис. 11. Среднегодовое месячные амплитуды колебания температуры поверхности воды по участкам Каховского водохранилища за период 1988-2010 гг.

На рис. 11 верхним пределом среднегодовой месячной амплитуды колебания температуры поверхности воды является май, а нижним – февраль. В мае происходит уменьшение амплитуды колебания температуры поверхности воды от плотины до верхних участков водохранилища, а в феврале – наоборот. Общей тенденцией является уменьшение среднегодовой месячной амплитуды колебания температуры поверхности воды для большинства месяцев от приплотинного участка водохранилища до четвертого пойменного, а затем до пятого (руслового) участка.

В табл.3 представлены характерные внутригодовые месячные амплитуды колебания температуры поверхности воды по участкам Каховского водохранилища. Рассмотрев значения этих амплитуд, отметим, что увеличение их происходит с января по май и с августа по октябрь, а уменьшение – с мая по август и с октября по январь.

Если рассмотреть влияние изменения климата за последние 23 года эксплуатации водохранилища (1988-2010 гг.) на внутригодовые месячные амплитуды колебания температуры поверхности воды на участках акватории Каховского водохранилища (рис. 12, 13), то отметим статистическую незначимость трендов.

В начале наблюдений среднегодовая амплитуда колебания температуры поверхности воды по участкам уменьшается в таком порядке: 3, 2, 4, 1, 5, в конце (2010 г.): 3, 1, 2, 4, 5, т.е. среднегодовые амплитуды на первом приплотинном участке увеличиваются больше и быстрее, чем на втором и четвертом, но еще не достигают значений амплитуд на третьем участке. Таким образом, изменение климата повлияло на перераспределение максимальных значений среднегодовых амплитуд колебания температуры воды между первым, вторым и четвертым участками акватории водохранилища.

### Выводы и рекомендации

1. Обобщения и анализ температурных данных на участках и всей акватории Каховского водохранилища за 23 года (1988-2000 гг.) его эксплуатации, их сравнение с данными исследований за предыдущий период (1956-1988 гг.) выявило общую тенденцию увеличения среднегодовых температур воздуха, воды и параметров испарения за последние десятилетия эксплуатации водохранилища.

2. Рассчитанные среднегодовые месячные амплитуды колебания температуры поверхности воды за аналогичные периоды эксплуатации на всей акватории Каховского водохранилища (от плотины до верхних его участков) изменяются в пределах природных колебаний (ряды стационарны).

Таблица 3

**Характерные внутригодовые месячные амплитуды колебания температуры поверхности воды At, °С по участкам Каховского водохранилища**

Месяц	1					2					3					4					5					
	Участок	Максимальная	Год	Среднегоголетняя	Минимальная	Год	Максимальная	Год	Среднегоголетняя	Минимальная	Год	Максимальная	Год	Среднегоголетняя	Минимальная	Год	Максимальная	Год	Среднегоголетняя	Минимальная	Год	Максимальная	Год	Среднегоголетняя	Минимальная	Год
I		1,6	1991	0,4	0,2	1994 1998 2010	<b>6,2</b>	1990	1,2	0,1	2010	1,4	1988	0,6	<b>0,1</b>	2010	2,8	1988	0,8	0,2	1995	1,3	2001	0,5	<b>0,1</b>	1993 2001
II		1,7	1988	0,5	0,3	2001	2,0	1988	0,8	<b>0,1</b>	2001 2009	2,3	1990	1,1	0,2	2001	<b>3,1</b>	1990	1,1	0,2	2001	1,9	1990	0,7	<b>0,1</b>	2001
III		5,3	1988	2,2	<b>0,1</b>	1997	5,6	1988	2,8	0,2	1997	<b>5,9</b>	2008	3,2	0,5	2003	5,8	1988	3,1	0,8	1998	4,4	2004	2,0	0,4	2003
IV		8,2	2000	4,8	2,2	1991	8,2	2000	5,1	2,2	1992	9,2	1996	4,8	2,2	1988	<b>10,0</b>	1996	4,7	<b>1,6</b>	1992	7,4	2000	4,8	2,5	1988
V		<b>16,5</b>	1988	5,4	0,8	2001	15,2	1988	5,2	<b>0,7</b>	2001	11,5	1988	4,9	1,4	1989	9,2	1988	4,7	1,3	1989	9,7	1988 2007	5,1	1,0	2001
VI		<b>6,0</b>	1991	3,0	<b>0,6</b>	2005	5,1	1991	0,9	3,1	2004	5,4	1991	3,1	<b>0,6</b>	2005	5,2	1999	3,1	<b>0,6</b>	2005	5,3	1991 1999	3,0	0,8	2005
VII		<b>5,1</b>	1988	1,9	0,3	1991	4,2	1988	1,8	0,4	1991 1995	3,8	2001	1,7	0,2	1991	4,3	2001	1,5	<b>0,1</b>	1991	3,4	2001	1,3	<b>0,1</b>	1997
VIII		4,6	1996	2,1	0,7	2007	3,9	1998	2,1	0,2	2003	4,5	1996	2,2	<b>0,1</b>	2000	<b>5,2</b>	1998	2,4	<b>0,1</b>	2008	3,0	1996	1,5	0,7	1992
IX		6,0	1988	3,1	1,1	1994	6,7	2008	3,6	1,2	1991	<b>7,0</b>	2008	3,7	1,1	1998	6,6	1988	3,7	1,1	1998	4,1	1988 2007 2008	3,0	<b>0,3</b>	1994
X		7,2	1999	4,1	1,8	1996	8,0	1994	4,4	1,5	1996	8,7	1994	4,6	<b>1,3</b>	1996	<b>9,1</b>	1994	4,7	1,4	1996	6,7	1999	4,4	2,7	1993
XI		7,8	1988	4,1	0,6	2010	7,6	1988	4,0	1,1	1997	8,2	1998	3,9	0,7	1997	<b>9,0</b>	1988	3,8	<b>0,3</b>	1991	8,1	1993	4,3	1,0	2002
XII		6,1	2009	2,8	0,4	1993	<b>6,8</b>	2009	2,6	0,4	1999	6,4	2009	2,4	0,2	1998	4,8	1990	2,1	0,5	1995	5,2	1996	2,5	<b>0,1</b>	1998

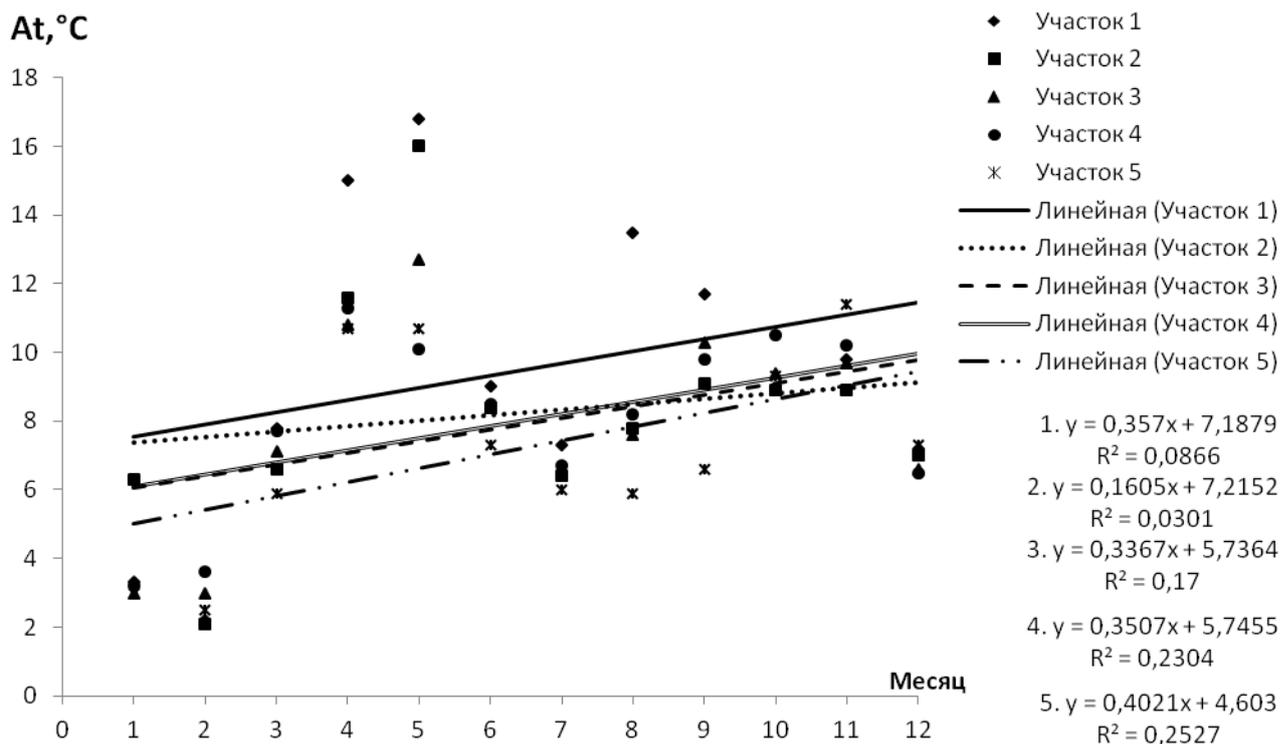


Рис. 12. Хронологический график изменений среднемесячных амплитуд колебания температуры поверхности воды на участках Каховского водохранилища

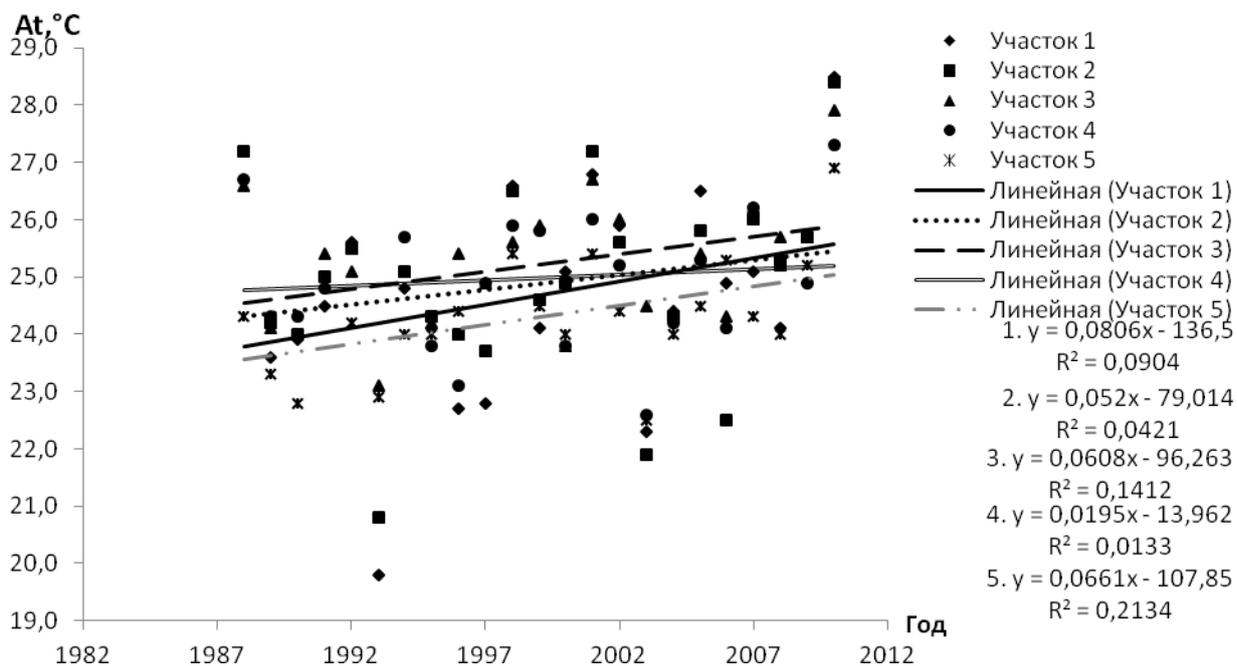


Рис. 13. Временная изменчивость среднегодовых амплитуд колебания температуры поверхности воды на участках Каховского водохранилища

3. Проведенные исследования внутригодового и территориального распределения температуры поверхности воды и амплитуды их колебания по Каховскому водохранилищу подтверждают обобщенные выводы по отдельным водохранилищам и Днепровскому каскаду в целом в исследованиях до 1990 г., но с увеличением абсолютных значений исследованных показателей.

**Библиографический список**

1. *Атлас* Днепроовского бассейна. Каховское водохранилище. Киев: Киевская военно-картографическая фабрика, 2004. 48 с.
2. *Викулина З.А., Натрус А.А.* Оценка испарения с поверхности водохранилищ по наблюдаемым гидрометеорологическим данным // Тр. ГГИ. 1976. № 231. С. 3–17.
3. *Вуглинский В.С.* Водные ресурсы и водный баланс крупных водохранилищ СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 223 с.
4. *Голубев В.С., Вуглинский В.С., Кокорева К.М.* Методика расчета средней многолетней температуры поверхности воды в водоемах по данным наблюдений водоиспарительной сети // Тр. ГГИ. 1981. Вып. 279. С. 75–93.
5. *Каховское водохранилище. Известные водоемы. Литература и статьи.* URL: [http://my-fisging.org.ru>Kakhovskoe\\_vodokhranilichhe...727](http://my-fisging.org.ru>Kakhovskoe_vodokhranilichhe...727). (дата обращения: 29.05.2013)
6. *Клімат України / за ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко.* Киев: Вид-во Раєвського, 2003. 343 с.
7. *Корягіна О.С., Обухов Є.В.* Залежність випаровування з водної поверхні Каховського водосховища від температурного фактора // Актуальні проблеми сучасної гідрометеорології: матеріали міжнар. наук. конф. студ. та молодих вчених. Одеса, 2012. С.88–89.
8. *Обухов Е.В., Корягіна Е.С.* Обобщение показателей и оценка испарения с водной поверхности Каховского водохранилища // Збірник Матеріалов 4-го Міжн. еколог. форуму «Чисте МІСТО. Чиста ГОДА. Чиста ПЛАНЕТА». Херсон: ХТПП, 2012. С. 171–176.
9. *Обухов Є.В., Корягіна О.С.* Оцінка внутрішньорічних та багаторічних коливань температури поверхні води Каховського водосховища в умовах глобального потепління // Проблеми екологічної безпеки та розвитку морехозяйственного и нефтегазового комплексов: сб. материалов VIII междунар. науч.-практ. конф. Одесса: Пассаж, 2012. С. 190–197.
10. *Обухов Є.В., Корягіна О.С.* Оцінка внутрішньорічних та багаторічних коливань температури поверхні води Каховського водосховища в умовах глобального потепління // Проблеми екологічної безпеки та розвитку морехозяйственного и нефтегазового комплексов: сб. материалов VIII междунар. науч.-практ. конф. Одесса: Пассаж, 2012. С. 198–209.
11. *Обухов Є.В., Корягіна О.С., Корецький Є.П.* Вплив температурного фактора на показники випаровування з водної поверхні Каховського водосховища // Вісник Одеського державного екологічного університету. 2012. Вип. 14. С. 160–169.
12. *Обухов Є.В., Корягіна О.С., Корецький Є.П.* Узагальнені оцінки випаровування з Каховського водосховища: монографія. Одеса: Поліграф, 2012. 130 с.
13. *Справочник по водным ресурсам / под ред. Б.И. Стрельца.* Киев: Урожай, 1987. 304 с.
14. *Указания по расчету испарения с поверхности водоемов.* Л.: Гидрометеиздат. 1969. 83 с.
15. *Федоненко О.В., Осіпова Н.Б., Шарамок Т.С., Маренкова О.М.* Гідроекологічний стан Каховського водосховища // Питання біоіндикації та екології. Запоріжжя: ЗНУ, 2010. Вип. 15, №2. С. 214–222.
16. *Шмаков В.М.* Термические периоды на водохранилищах днепровского каскада // Гидробиологические исследования пресных вод. Киев: Наук. думка, 1985. С.3–11.
17. *Шуляковский Л.Г.* Формула для расчета испарения с учетом температуры свободной поверхности воды // Тр. Гидрометцентра СССР. 1969. Вып.53. С. 3–13.
18. *Яцык А.В., Шмаков В.М.* Гидроэкология. Киев: Урожай, 1992. 192 с.

**E.V. Obukhov, E.S. Koryagina**

**GENERALIZED EVALUATION OF TEMPORAL VARIABILITY OF TEMPERATURE AND EVAPORATION FROM THE KAKOVA RESERVOIR WATER AREA FOR THE PERIOD OF ITS OPERATION**

The generalization of the real hydro and morphometric information on the waters of the Kakhovka reservoir, comparison and analysis of results.

Key words: reservoir; evaporation; temperature distribution; surface water; the amplitude; site; operation.

**Yevgen V. Obukhov**, Doctor of Economic Sciences. Professor Hydrology of Land Department. Odessa State Environmental University; 15 Lvovskaya, Odessa, Ukraine 65016; e.obukhov@mail.ru

**Elena S. Koryagina**, master of hidrology, engineer Odessa State Environmental University; 15 Lvovskaya, Odessa, Ukraine 65016; koria2008@rambler.ru

УДК 551.579

**Е.И. Кетова, А.Б. Китаев**

### **ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕК ИНЬВЫ И КУВЫ В РАЙОНЕ ГОРОДА КУДЫМКАРА ПО ИНДЕКСАМ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ**

Рассмотрены и изучены химические показатели качества воды реки Иньвы и Кувы в пределах центра Коми-Пермяцкого округа – города Кудымкара за десятилетний период наблюдений (2002-2012 гг.). Дана комплексная оценка степени их загрязненности.

Ключевые слова: река; качество воды; загрязнение.

Вода, как и воздух, является жизненно необходимым источником для всех известных организмов. Россия относится к странам, наиболее обеспеченным водой. Однако состояние ее водных объектов нельзя назвать удовлетворительным. Антропогенная деятельность приводит к их загрязнению.

Основными источниками химического загрязнения водных объектов являются:

- сбрасываемые сточные воды, образующиеся в процессе эксплуатации энергетических, промышленных, химических, медицинских, оборонных, жилищно-коммунальных и других предприятий и объектов;
- захоронение радиоактивных отходов в контейнерах и емкостях, которые через определенный период времени теряют герметичность;
- аварии и катастрофы, происходящие на суше и в водных пространствах;
- атмосферный воздух, загрязненный различными веществами, и другие.

Загрязнение воды обуславливает подавление функций экосистем, замедляет естественные процессы биологической очистки пресных вод, а также способствует изменению химического состава пищи.

Практически впервые рассмотрены и изучены химические показатели качества воды реки Иньвы и Кувы в пределах центра Коми-Пермяцкого автономного округа – города Кудымкара (рис. 1) за десятилетний период наблюдений (2002-2012 гг.). Дана комплексная оценка степени их загрязненности. Исходная информация была предоставлена сотрудниками Окружного (Коми-Пермяцкого) филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае» [2]. Е.И. Кетова принимала непосредственное участие в отборах проб воды и их анализе. Исследование качества воды рек проводилось по следующим показателям: нефтепродуктам, взвешенным веществам, водородному показателю, растворенному кислороду, биохимическому потреблению кислорода (БПК<sub>5</sub>), СПАВ, гидрокарбонатам, натрию и калию, магнию, кальцию, хлоридам, меди, сульфатам, аммонии, фосфатам, нитритам, нитратам, фтору, железу, щелочности, жесткости, окисляемости и по химическому потреблению кислорода (ХПК).

В работе проведен расчет комбинаторного индекса загрязненности воды согласно методике, представленной в РД 52.24.643-2002 [1]. С помощью этого расчета оценивается степень загрязненности по комплексу загрязняющих веществ, устанавливается класс качества воды.

---

© Кетова Е.И., Китаев А.Б., 2013

**Кетова Екатерина Ивановна**, магистр кафедры гидрологии и охраны водных ресурсов Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; hydrology@psu.ru

**Китаев Александр Борисович**, кандидат географических наук, профессор кафедры гидрологии и охраны водных ресурсов Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; hydrology@psu.ru