

**Е.В. Обухов**, д.економ.н., **В.С. Тонкошкура**, бакалавр  
*Одеський державний екологічний університет*

## **О ВЛИЯНИИ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАХОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В ОСЕННЕ-ЗИМНИЙ ПЕРИОД**

*На основе реальных гидрометеорологических данных проведены обобщения и их анализ по акватории Каховского водохранилища с целью исследования влияния на них изменений климата за последние десятилетия.*

**Ключевые слова:** *испарение, водная поверхность, водохранилище, показатели, климат, период, осадки.*

**Введение.** Водоохранилища не являются источником коренного преобразования климатических условий, но все же вносят заметные изменения в местный метеорологический режим - охлаждающее и отепляющее воздействие. Роль водохранилища проявляется также в удлинении осенью безморозного периода на поверхности почвы, уменьшению количества осадков над акваторией, увеличении числа ясных дней, положительно влияющих на растительный мир [ 1 ].

В то же время в последние десятилетия происходит также изменение климата с повышением средней температуры воздуха на планете, увеличением содержания водяного пара в атмосфере, возрастанием испарения влаги, ростом интенсивности и повторяемости сильных ливней и градовых осадков, обложных дождей, мощных снегопадов и наводнений, буранов, засух, схода селевых потоков, уменьшением снежного покрытия суши и запасов влаги в горных ледниках. Большую роль в изменениях климата играет атмосферная циркуляция [ 2,3 ].

В [4] отмечается, что за период 1960-1990 г.г. в районе Каховского водохранилища происходило уменьшение осадков от 15 до 25 мм, снижение суммарного испарения на 6-8 мм и рост испаряемости на 35-45 мм. Сумма осадков в зимний период за 1991-2005 г.г. в этом районе уменьшилась на 30-40 мм, в летний период на правом берегу увеличилась на 10-13 мм, а на левобережье Южной степи уменьшилась на 25 мм. В годовой сумме осадков нет заметного её роста.

В Южной степи резко выросли суммарное испарение на 40-70 мм и испаряемость на 30-35 мм. Дефицит испаряемости на правом берегу Южной степи составил 1030-1050 мм.

Отметим также, что потери воды на испарение с водоемов и прудов Украины увеличились с 5,2 млрд м<sup>3</sup> в 1981 г. до 6,6 млрд м<sup>3</sup> в 2005 г., а среднегодовые потери воды на испарение с водохранилищ Днепровского каскада составляют более 5 км<sup>3</sup> [ 5-7].

При составлении водных балансов водохранилищ осадки и испарение являются составляющими приходной и расходной их части, которые значительно влияют на оптимизацию эксплуатации водохранилищ и рациональное использование водных ресурсов. Поэтому исследования влияния изменений климата на составляющие водных балансов водохранилищ должны быть системными и значит актуальными.

**Целью данной работы** является исследование изменений гидрометеорологических характеристик в осенне-зимние ледоставные месяцы за период эксплуатации Каховского водохранилища с 1956 по 2012 годы.

**Основными материалами исследования** являются систематизированная гидрометеорологическая информация с Каховской гидрометеорологической

обсерватории за время эксплуатации Каховского водохранилища, а также результаты исследований за прошлые годы [ 8-16 ].

В работе проводятся пространственно-временные обобщения показателей осадков и испарения с водной поверхности Каховского водохранилища и их анализ.

**Результаты исследования и их анализ.** Учитывая недостаточную изученность внутригодового распределения испарения с водной поверхности водохранилищ и влияние на продолжительность безледоставного периода изменений климата за последние десятилетия в работе исследованы тенденции изменения наблюдаемых и рассчитанных гидрометеорологических показателей эксплуатации Каховского водохранилища в осенне-зимний период.

В табл.1 приведены характерные метеорологические показатели в осенне-зимний период эксплуатации Каховского водохранилища (1956-2012 г.г.): слой испарения –  $E$  (мм), слой осадков –  $X$  (мм), объем испарения –  $We$  (млн м<sup>3</sup>), объем осадков –  $Wx$  (млн м<sup>3</sup>), температура воздуха –  $t$ , °С, температура воды –  $t_b$ , °С.

Таблица 1 – Характерные метеорологические показатели за осенне-зимний период эксплуатации Каховского водохранилища

Месяцы	$E$ , мм					$X$ , мм				
	макс.	год	мин.	год	среднее	макс.	год	мин.	год	среднее
ноябрь	64	1998	12	2002;2010	33,1	116	1995	4	1958	37,6
декабрь	55	1996	-5	1965	17,4	108	1962	2	2006	41,0
январь	22	1985	-4	1963	8,21	97	2004	5	1964	36,9
февраль	22	1993	-12	1966	7,51	83	2010	2	1976	31,7
	$We$ , млн м <sup>3</sup>					$Wx$ , млн м <sup>3</sup>				
ноябрь	137	1998	26	2002;2010	70,7	250	1995	9	1958	80,4
декабрь	118	1996	-10	1965	37	223	1962	4	2006	87,5
январь	48	1985	-9	1963	17,2	206	2004	10	1964	77,5
февраль	54	1984	-26	1966	15,8	176	2010	4	1976	66,6
	$t$ , °С					$t_b$ , °С				
ноябрь	10,8	2010	-2,3	1993	4,93	11,9	1967			
декабрь	6,0	1960	-5,6	2002	0,45	7,2	1960			
январь	3,9	2007	-9,8	1963	-2,33	4,0	1961			
февраль	4,3	2002	-12,0	1985	-1,59	1,6	1988;1990			

Изменение климата за последние десятилетия можно проследить за данными температуры воздуха [7,16], приведенными за два периода 1956-2010г.г. и 1981-2010г.г. для четырех пограничных с безледоставным периодом месяцев (табл.2).

Из табл.2 видно, что максимальные значения температуры воздуха за указанные периоды (за исключением декабря) не изменились, а минимальные (за исключением ноября и декабря) выросли в январе (1981-2010 г.г.) на 3,1 °С и в феврале – на 6,0 °С.

Среднемноголетняя температура воздуха при сопоставлении указанных периодов также (за исключением декабря) возрастает в 1981-2010 г.г. в ноябре на 0,4 °С, в январе на 0,6 °С, в феврале на 0,7 °С.

Характер изменения слоев осадков  $X$  и испарения  $E$  за рассматриваемые месяцы за весь период эксплуатации Каховского водохранилища можно наблюдать на рис.1.

Аналогичные изменения объемов осадков  $Wx$  и испарения с водной поверхности  $We$  Каховского водохранилища за то же время приведены на рис.2.

Таблица 2 – Температура воздуха на акватории Каховского водохранилища

месяцы	1956-2010 гг.			1981-2010 гг.		
	t, °C					
	максимальная	среднемесячная	минимальная	максимальная	среднемесячная	минимальная
ноябрь	10,8	5,0	-2,3	10,8	5,4	-2,3
декабрь	3,9	0,4	-5,6	3,4	0,4	-5,6
январь	3,9	-2,0	-9,6	3,9	-1,4	-6,5
февраль	4,3	-1,3	-12,0	4,3	0,6	-6,0

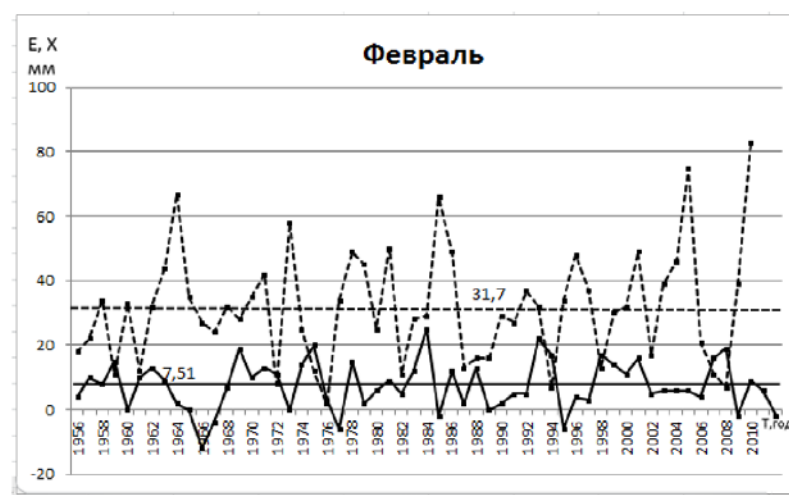
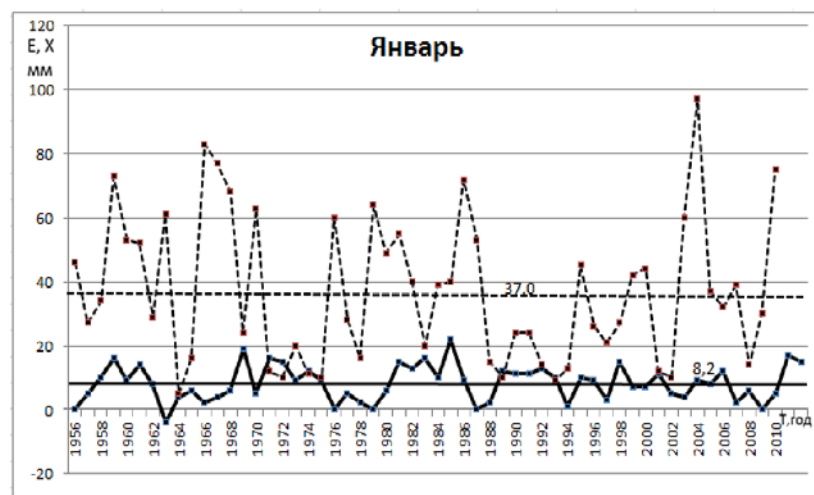
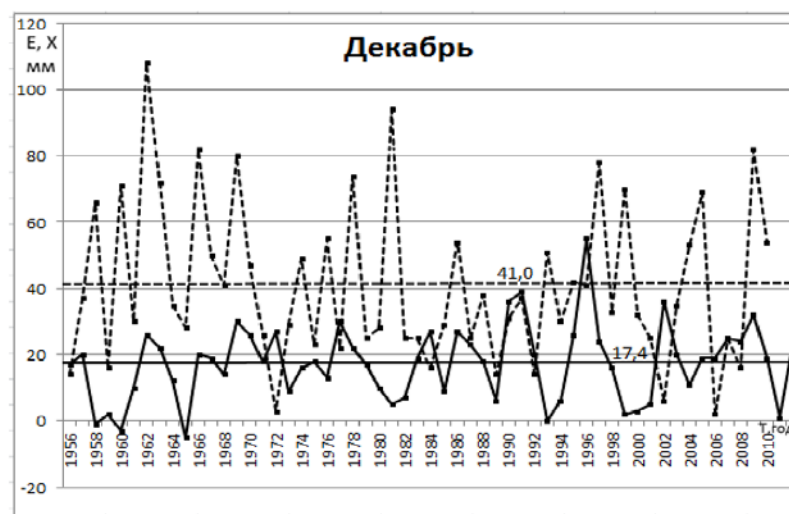
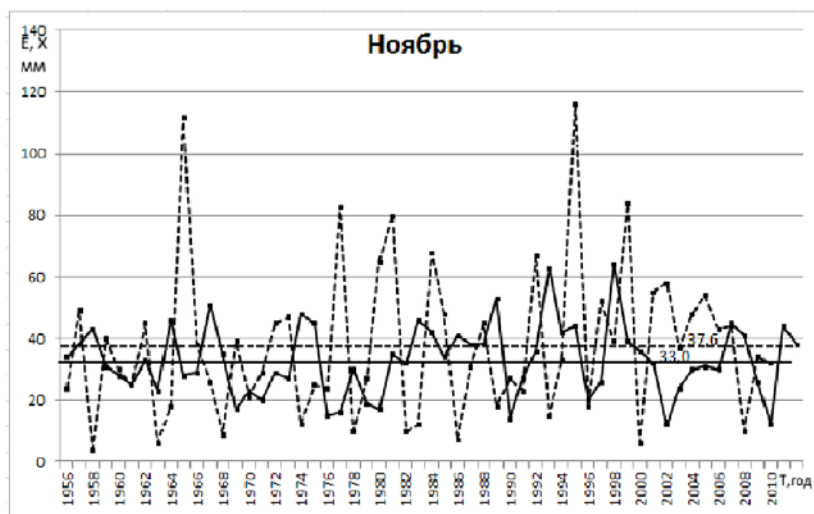
Графики (рис.1, 2) показывают какая взаимосвязь между осадками и испарением с акватории Каховского водохранилища по месяцам за весь период эксплуатации Каховского водохранилища.

В табл. 1 приведены среднемесячные значения испарения  $E$  и осадков  $X$  за период эксплуатации Каховского водохранилища в осенне-зимний период: слой испарения  $E$  (мм) меняется с ноября по февраль, последовательно уменьшаясь 33,1 мм до 7,51 мм, а слой осадков  $X$  (мм) за те же месяцы имеет максимальное значение 41 мм в декабре, близкие к нему значения в ноябре (37,6 мм) и январе (36,9 мм) и минимальный слой 31,7 мм – в феврале.

На рис.3 приведены хронологические изменения разности объемов осадков и испарения с водной поверхности Каховского водохранилища  $\sum W_x - \sum W_e$  для четырех месяцев его эксплуатации и их линии тренда, которые показывают некоторый рост осадков над испарением в ноябре и феврале и аналогичный рост объемов испарения над осадками в декабре и январе. Этому соответствует (за исключением февраля месяца) и изменение коэффициента испарения с водной поверхности Каховского водохранилища  $\eta = W_e / W_x$  по месяцам за весь период его эксплуатации (рис.4). Линии тренда показывают рост объемов испарения по отношению к осадкам в декабре и феврале, без изменений  $\eta$  в январе и снижение коэффициента испарения в ноябре.

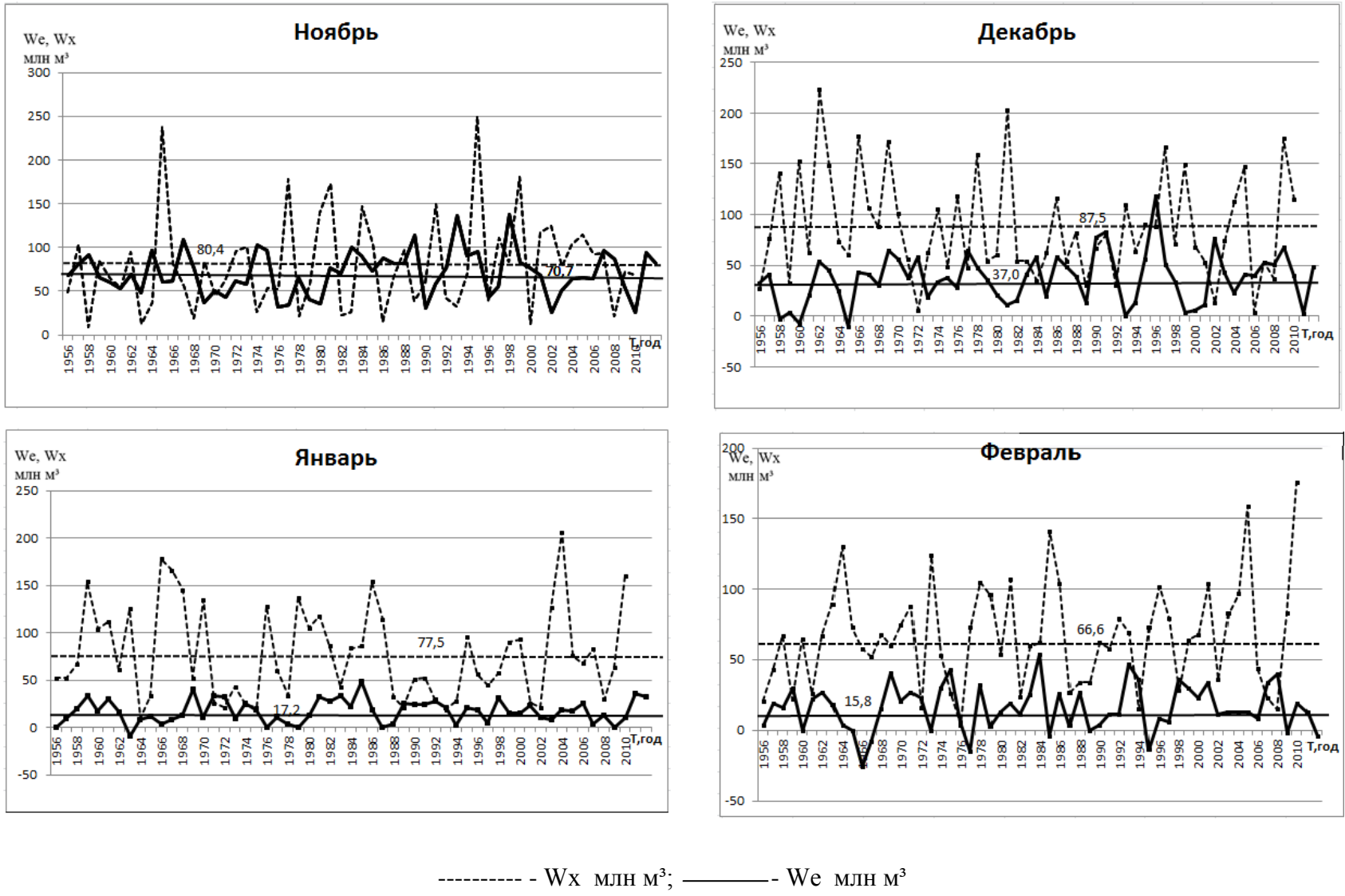
Суммарные объемы осадков и испарения с водной поверхности Каховского водохранилища за каждый месяц и весь период его эксплуатации приведены в виде интегральных кривых осадков и испарения на рис.5.

Из графика (рис.5) видно, что осадки в указанные месяцы, в основном, превышают значения испарения. Из четырех месяцев максимальные суммарные осадки за весь период эксплуатации наблюдались в декабре – 4814 млн м<sup>3</sup>, минимальные – в феврале – 3665 млн м<sup>3</sup>. Максимальное суммарное испарение было в ноябре – 4029 млн м<sup>3</sup>, минимальное – в январе и феврале – 898 млн м<sup>3</sup>. Всего с водной поверхности Каховского водохранилища за 55 лет его эксплуатации испарилось около 100 км<sup>3</sup> воды, 10 % которой относится к рассматриваемым четырем месяцам.



----- X мм; — E мм

Рис.1 – Хронологический график соотношения слоев осадков и испарения с водной поверхности Каховского водохранилища



----- -  $W_x$  млн м³; ——— -  $W_e$  млн м³

Рис.2 – Хронологический график соотношения объемов осадков и испарения с водной поверхности Каховского водохранилища

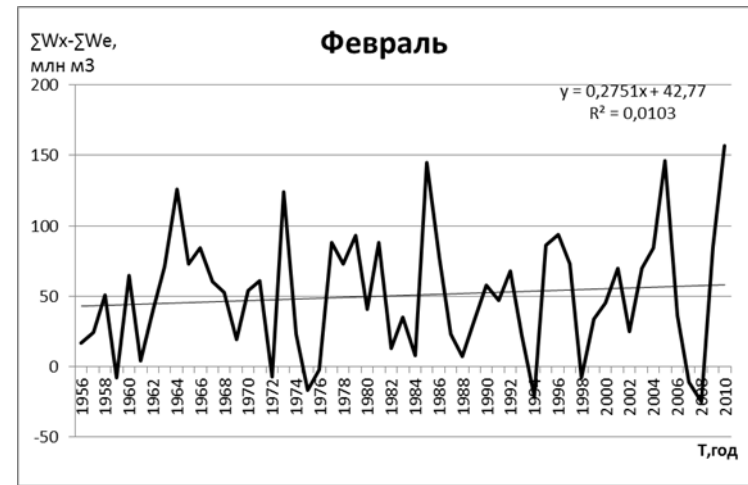
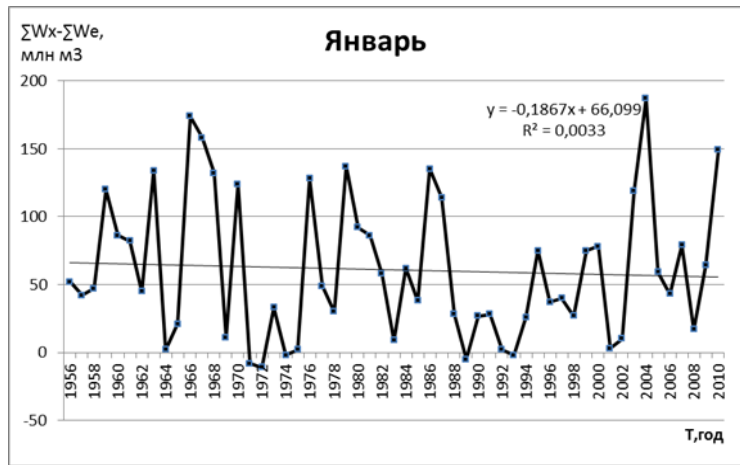
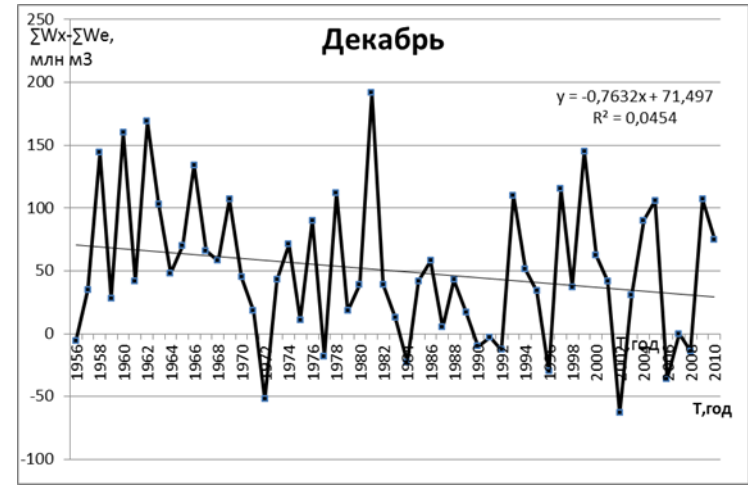
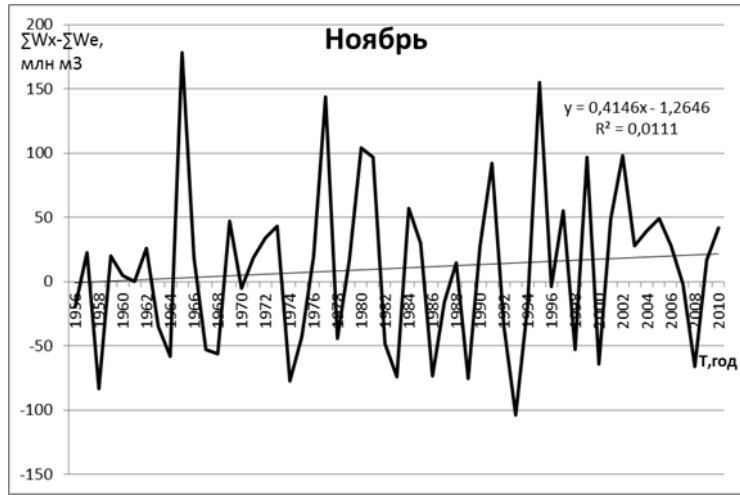


Рис.3 – Хронологический график изменения разности объемов осадков и испарения с водной поверхности Каховского водохранилища: — линия тренда

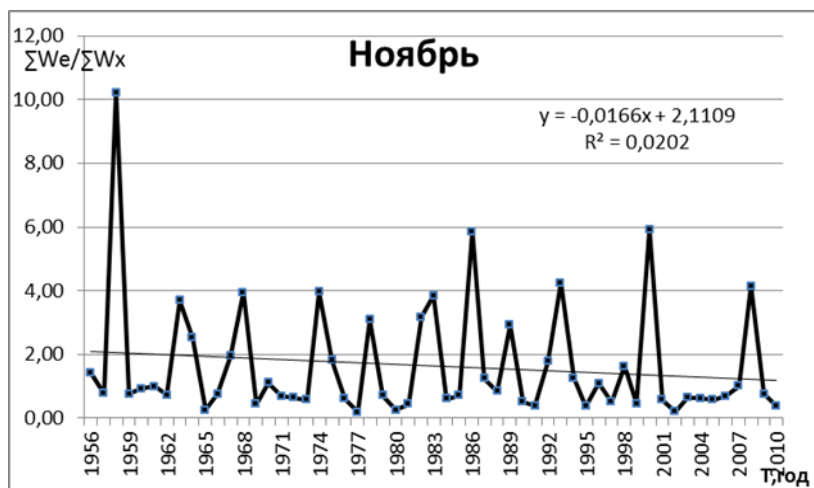


Рис.4 – Изменение коэффициента испарения с водной поверхности Каховского водохранилища за период его эксплуатации:

— линия тренда

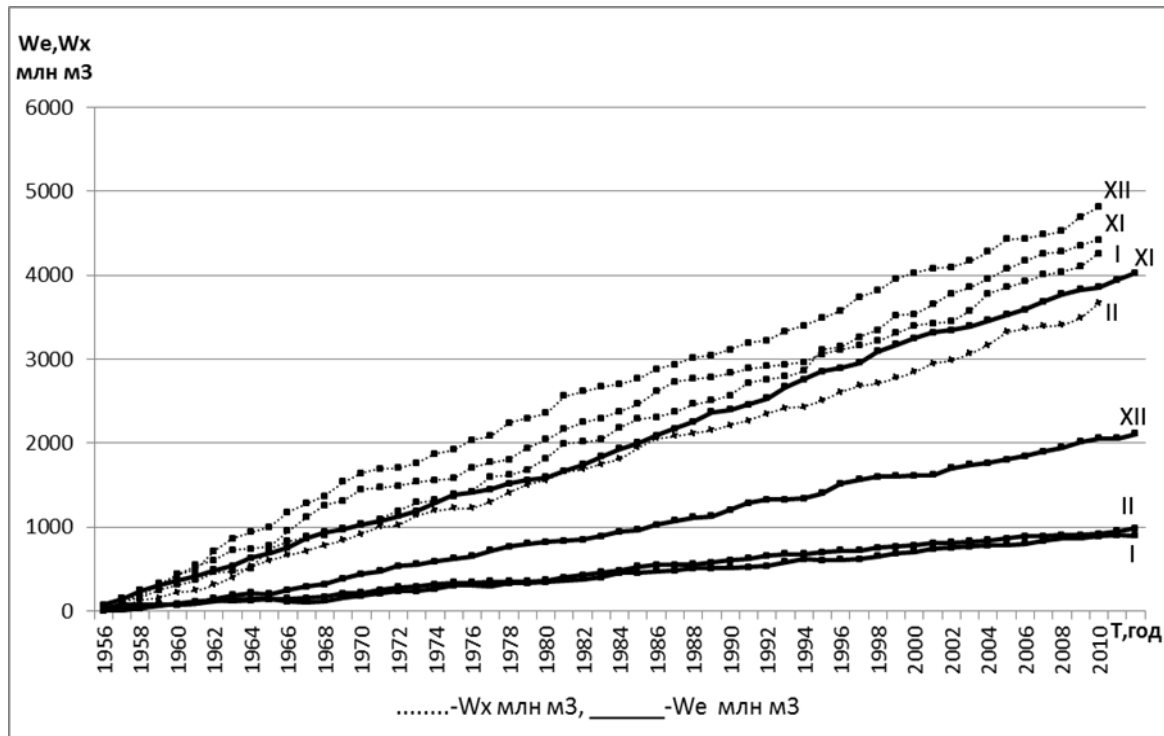


Рис.5 – Интегральные кривые испарения и осадков за период эксплуатации Каховского водохранилища

**Выводы.** Проведенные исследования, в основном, подтверждают влияние изменений климата и потепления за последние десятилетия на метеорологические показатели эксплуатации Каховского водохранилища, что, в свою очередь, позволяет увеличить расчетную продолжительность безледоставного периода с 8 до 11 месяцев.

#### Список литературы

1. Козлов В.Б. Энергетика и природа. – М.: Мысль, 1982. – 92 с.
2. Третье, четвертое и пятое национальные сообщения Украины по вопросам изменения климата, подготовленные на выполнение статей 4 и 12 Рамочной Конвенции ООН об изменении климата и статьи 7 Киотского протокола. – Киев, 2009. – 236 с.
3. Волощук В.М., Бойченко С.Г. Вплив загального глобального потепління клімату на середньорічну інтенсивність атмосферних опадів в Україні // Доп. АН України. – 1998. - №6. – С. 125-130.
4. Дронова О.О. Вплив змін клімату на динаміку вологозабезпеченості в Україні // Український гідрометеорологічний журнал. – Одеса, 2012. - №10. – С. 95-105.
5. Яцык А.В. Водні ресурси: використання, охорона, відтворення, управління: Підручник для студ. вищ. навч. закл. / А.В.Яцык, Ю.М.Грищенко, Л.А.Волкова, І.А.Пашенюк – К.: Генеза, 2007.- 360 с.
6. Яцык А.В. Экологические основы рационального водопользования. – К.: Генеза, 1997.- 640 с.
7. Яцык А.В., Шмаков В.М. Гидроэкология. – К.: Урожай, 1992.- 192 с.
8. Шерешевский А.И, Синицька Л.К. Сучасна оцінка розрахункового випаровування з водної поверхні дніпровських водосховищ з метою його врахування при розробці режимів роботи ГЕС // Наукові праці УкрНДГМІ, 2006. - Вип. 255.- С. 213-228.



9. *Шерешевский А.И., Синицька Л.К.* Розрахункове випаровування з водної поверхні на території України // Наукові праці УкрНДГМІ.- 2003.- Вип..252.- С.11-26.
10. *Справочник по водным ресурсам* /Под ред. Б.Н.Стрельца – К.: Урожай,1987.- 304с.
11. *Указания по расчету испарения с поверхности водоемов.* -Л.: Гидрометиздат, 1969. - 83 с.
12. *Клімат України* / За ред. В.М.Ліпінського, В.А.Дячука, В.М.Бабіченко. – К.: Вид-во Раєвського, 2003.- 343 с.
13. *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. – Одеса: Вид-во «Екологія», 2012. – Вип. 14.– С.160-169.
14. *Обухов Е.В., Корягина Е.С.* Обобщенные оценки временной изменчивости температуры и испарения с акватории Каховского водохранилища за период его эксплуатации // Географический вестник: Научный журнал Пермского университета.- Пермь, 2013.- №3 (26). – С. 49-62.
15. *Обухов Є.В., Корягіна О.С.* Оцінка багаторічного та внутрішньорічного розподілу температури та випаровування з водної поверхні Каховського водосховища в умовах зміни клімату // Український гідрометеорологічний журнал.- Одеса, 2013.- №13 - С. 162-175.
16. *Обухов Є.В., Корягіна О.С., Корецький Є.П.* Узагальнені оцінки випаровування з Каховського водосховища: Монографія. – Одеса: Поліграф, 2012. – 130 с.

**Про вплив змін клімату на гідрометеорологічні характеристики Каховського водосховища в осінньо-зимовий період. Обухов Є.В., Тонкошкура В.С.**

*На основі реальних гідрометеорологічних даних проведені узагальнення та їх аналіз по акваторії Каховського водосховища з метою дослідження впливу на них змін клімату за останні десятиріччя.*

**Ключові слова:** випаровування, водна поверхня, водосховище, показники, клімат, період, опади.

**The impact of climate change on hydrometeorological characteristics of the Kakhovka reservoir in the autumn-winter period. Obukhov E.V., Tonkoshkura V.S.**

*It was conducted a synthesis and analysis in waters Kakhovka reservoir to investigate the impact on them of climate change over the past decade, on the basis of the actual meteorological data.*

**Key words:** evaporation, the water surface of the reservoir, indicators, climate, the period, precipitation.