

рассматриваемых створах. Поэтому метод асинхронности рекомендуется использовать для краткосрочных прогнозов стока при наличии существенной положительной корреляционной связи между значениями стока с частных водосборов одного речного бассейна.

#### Список литературы

1. **Волчек, А. А.** Оценка асинхронности в формировании максимальных и минимальных расходов воды рек Беларуси [Текст] / А. А. Волчек, В. В. Лукша, А. А. Волчек, О. И. Грядунова // География в XXI веке: Проблемы и перспективы: Материалы Международной научной конференции. – Минск : Изд-во «Квадрограф», 2004. – С. 15–16.

2. **Сомов, Н. В.** Асинхронность и цикличность колебаний стока рек СССР [Текст] / Н. В. Сомов // Труды ЦИП. – 1963. – Вып. 117. – С. 180–214.

3. **Сомов Н.В.** Асинхронность колебаний стока крупных рек СССР [Текст] / Н. В. Сомов // Метеорология и гидрология. – 1963. – № 5. – С. 14–21.

Материал поступил в редакцию 29.04.09.

**Гуськов Виталий Геннадьевич**, старший преподаватель кафедры «Гидрология, метеорология и регулирование стока»

Тел. 8 (495) 976-17-45, 8 (499) 747-57-04

E-mail: vitold.gus@mail.ru

**Прошляков Игорь Валентинович**, кандидат технических наук, профессор кафедры «Гидрология, метеорология и регулирование стока»

Тел. 8 (495) 976-17-45, 8 (499) 137-72-06

E-mail: iprosh@mail.ru

УДК 502/504: 551.5

**В. В. ИЛЬНИЧ**

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет природообустройства»

**Р. БУТУТАУ**

Университет Оурагла, Алжир

## ИССЛЕДОВАНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ИСПАРЕНИЯ С ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ВОДОХРАНИЛИЩ

*В статье уточняются параметры формулы для расчета потерь воды на испарение с поверхности водохранилищ для условий засушливого климата Алжира. На основе полученных результатов по уточненной формуле построена карта изолиний значений испарения с водной поверхности водоемов для территории Алжира.*

*Водохранилище, испарение с водной поверхности, корреляция, формула расчета испарения, территория Алжира.*

*In the article there are specified formula parameters for estimation of evaporative water losses from water reservoir surface in the dry climatic conditions of Algeria. The map of isolines of water evaporative values was developed on the basis of the obtained results according to the corrected formula for the territory of Algeria.*

*Water reservoir, evaporation from water surface, correlation, formula of evaporation estimation, territory of Algeria.*

При проектировании водохранилищ, а также при их эксплуатации очень значима оценка потерь воды на испарение с водной поверхности. В условиях засушливого климата Алжира эти потери достигают весьма значительной

величины и составляют во многих районах страны более 50 % годового стока [1]. Сеть испарителей ограничена. В связи с этим весьма актуальна задача разработки и повышения надежности инженерного расчета и оценки

испарения с помощью традиционной исходной информации обширной сети метеорологических станций.

В статье представлена разработанная авторами методика определения испарения с водной поверхности водохранилищ и прудов в зоне недостаточного увлажнения Алжира с помощью наблюдений на метеостанциях.

Для ее обоснования были решены следующие задачи:

систематизированы одновременные данные измерения испарения по испарителям и данные измерений косвенных факторов, влияющих на интенсивность испарения с водной поверхности (информация получена с расположенных вблизи от испарителей метеостанций);

проведен корреляционный анализ зависимости между данными испарителей и расчетными результатами, полученными при различных параметрах выбранной расчетной формулы;

построена карта изолиний значений испарения с водной поверхности для территории Алжира.

Используемый метод базируется на физическом законе Дальтона при неподвижной атмосфере, т.е. при скорости ветра, равной нулю [2]:

$$dE/dt = [c(e_0 - e_z)]/H, \quad (1)$$

где  $dE/dt$  – величина испарения за время  $t$ ;  $e_0$  – максимальная упругость водяного пара при температуре испаряющей поверхности;  $e_z$  – абсолютная влажность воздуха на высоте  $z$ ;  $H$  – величина атмосферного давления;  $c$  – коэффициент, соответствующий скорости испарения при нормальном давлении и  $e_0 - e_z = 1$ .

Закон Дальтона в природных условиях при подвижной атмосфере ( $v \neq 0$ , где  $v$  – скорость ветра) можно записать так:

$$E = f(v) (e_0 - e_z). \quad (2)$$

Выявить степень влияния атмосферного давления  $H$  на интенсивность испарения в условиях Алжира при помощи обычных наблюдений почти невозможно, так как для данного региона эта величина является относительно постоянной. Следовательно, и величина давления, входящая в формулу интенсивности испарения, представляется

практически постоянной. Поэтому влиянием атмосферного давления на интенсивность испарения можно пренебречь. Определяющими факторами интенсивности испарения для водоемов являются следующие: разность максимальной упругости водяного пара при температуре испаряющей поверхности и упругости водяного пара на высоте  $z$  ( $e_0 - e_z$ ), скорость ветра  $v$ .

На основе закона Дальтона ранее были установлены следующие зависимости: формула ГГИ (для условий стран Содружества Независимых Государств, в том числе для засушливых регионов Средней Азии) и формула Мейера (для условий Соединенных Штатов Америки) [3–5]. Их общая структура выражалась так:

$$E = An (e_0 - e_{200}) (1 + Bv_{200}), \quad (3)$$

где  $E$  – слой испарения, мм;  $n$  – число дней в месяце;  $e_0$  – максимальная упругость водяного пара при температуре испаряющей поверхности, мб;  $e_{200}$  – упругость водяного пара воздуха на высоте 2 м;  $v_{200}$  – скорость ветра на высоте 2 м;  $A$  и  $B$  – параметры.

Численные значения параметров, входящих в формулы, получены, как правило, по материалам измерения испарения в специальных испарительных бассейнах или испарителях. В нашем случае для получения расчетной формулы испарения с водной поверхности были привлечены материалы сети метеорологических станций у эксплуатирующихся водохранилищ в различных физико-географических условиях Алжира. При этом были использованы среднемесячные данные за многолетний период.

Параметры формулы подбирались на основе проведения корреляционного анализа между измеренными величинами испарения на испарителях и рассчитанными значениями из условий получения наибольшего коэффициента корреляции между ними. В результате подбора параметров была установлена следующая эмпирическая формула:

$$E = 0,233n(e_0 - e_{200}) (1 + 0,39v_{200}). \quad (4)$$

Коэффициент корреляции составил 0,7, а его относительная среднеквадратическая ошибка  $\pm 0,071$ . Полученная зависимость представлена на рис. 1.

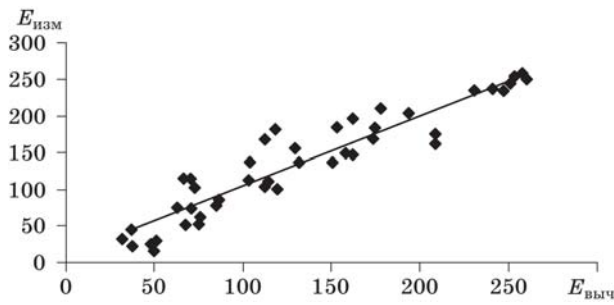


Рис. 1. Сопоставление вычисленных и измеренных значений  $E_{изм}$  испарения

Для проверки эффективности предложенной формулы были оценены значения испарения с водной поверхности водохранилищ, расположенных в различных физико-географических условиях Алжира, данные которых не входили в экспериментальные расчеты по определению параметров  $A$  и  $B$ .

Сопоставление рассчитанных и измеренных значений испарения дало удовлетворительные результаты. В 70 % случаев отклонения рассчитанных величин испарения по формуле (4) от измеренных не превышали 25%. Коэффици-

ент корреляции этой связи оказался равным 0,937, что указывает на высокую эффективность предложенной формулы.

**Карта испарения с водной поверхности водоемов Алжира.** На сегодняшний день карт испарения с водной поверхности водоемов Алжира не существует. Авторами предпринята попытка построения таких карт на основе располагаемой гидрометеорологической информации и полученной формулы (4). Расчеты испарения выполнены по указанной формуле с использованием данных более 40 метеорологических станций, сравнительно равномерно расположенных по территории Алжира и имеющих достаточные ряды наблюдений по метеорологическим элементам: температуре и влажности воздуха.

**Список литературы**

1. **Бутутау, Д.** Оценка потерь воды на испарение с водохранилищ Алжира [Текст] / Д. Бутутау, В. В. Ильинич // материалы Международного конгресса. – Вода: экология и технология. – М., 1992. – Т. 1. – С. 82.

2. **Чеботарев, А. И.** Общая гидрология [Текст] / А. И. Чеботарев. – Л. : Гидрометеиздат, 1975. – 554 с.

3. Указания по расчету испарения с поверхности водоёмов [Текст] : метод. реком. – Л. : «Гидрометеиздат», 1969. – 84 с.

4. **Вуглинский, В. С.** Водные ресурсы и водный баланс крупных водохранилищ СССР [Текст] / В. С. Вуглинский. – Л. : Гидрометеиздат, 1991. – 223 с.

5. **Виссмен, У.** Введение в гидрологию [Текст] / У. Виссмен, Т. И. Харбаф, Д. У. Кнэпп. – Л. : Гидрометеиздат, 1979. – 470 с.

Материал поступил в редакцию 17.04.09.

**Ильинич Виталий Витальевич**, кандидат технических наук, профессор

Тел. 8 (495) 976-17-45, 8 (903) 269-51-74

E-mail: VV\_Ilinitch@mail.ru

**Бутутау Джамал**, кандидат технических наук

E-mail: boutoutaou@rambler.ru

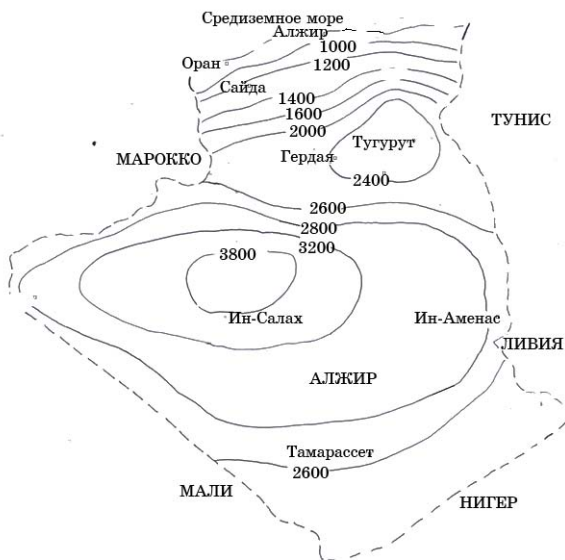


Рис. 2. Карта испарения с водной поверхности водоемов Алжира