

А. М. МХИТАРЯН, Г. Г. ПАХЧАНЫН, А. А. ТАМАЗЯН

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИСПАРЯЕМОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ АРМЯНСКОЙ ССР

К определению понятия испаряемости можно подойти с нескольких точек зрения. При всех подходах общее определение гласит, — испаряемость это максимально возможное испарение при наличии влаги на испаряющей поверхности в достаточном количестве. Если испаряемость, равная испарению с достаточно увлажненной поверхности, определена для поверхности больших горизонтальных размеров, когда краевой эффект или эффект влияния соседних недостаточно увлажненных поверхностей уже практически исключен, то при переходе к испаряемости с ограниченных поверхностей орошаемых массивов и т. д., следует учитывать некоторый рост ее за счет влияния указанного эффекта. И, наоборот, если испаряемость определена с небольшой увлажненной поверхности, например, с луга небольших размеров, но при достаточном увлажнении, то такое значение испаряемости будет несколько завышенным вследствие большого влияния окружающей недостаточно увлажненной территории.

И в том и в другом случае следует учитывать трансформацию температуры, влажности и скорости воздушного потока под влиянием подстилающей поверхности. Тогда в случае первом, когда испаряемость определена как испарение с поверхности больших размеров при достаточном ее увлажнении — переход к поверхностям малых размеров приведет к росту испаряемости, а в обратном случае, наоборот, к уменьшению ее.

К определению понятия испаряемости можно подойти и с точки зрения тех энергетических возможностей, которые в данных климатических условиях определяют максимально возможное испарение. Наконец, испаряемость иногда отождествляется с испарением с поверхности водоемов малых глубин, а также испарителей. Иногда испаряемость принимают за испарение с увлажненной поверхности при данных метеорологических условиях. Но, как было указано выше, вследствие достаточного увлажнения поверхности эти условия могут несколько меняться.

Ниже мы остановимся на методах определения испаряемости и проведем расчеты для территории Армянской ССР.

Вопрос изучения испаряемости, как важного агроклиматического фактора, особенно в горных условиях Армянской ССР, представляет не только познавательный, но и большой практический интерес. Знание величины испаряемости и ее распределения по территории и в течение года поможет решению задач об определении испарения и составлении балансов водных ресурсов, о правильном регулировании водного режима орошаемых территорий, о выборе норм водопотребления на орошение и ряда других.

1. О методах определения испаряемости

Поскольку по самой сути своей испаряемость—это возможное испарение в определенных условиях, постольку она может быть определена теми же методами, что и испарение в указанных условиях. Отсюда следует, что испаряемость может быть определена теми же экспериментальными и теоретическими методами, которыми определяется испарение при достаточном увлажнении испаряющей поверхности.

По-видимому, впервые Ольдекоп, определяя испаряемость (E_0) как испарение с достаточно увлажненной поверхности суши, предложил следующую расчетную формулу

$$E_0 = ad \text{ мм/мес.} \quad (1,1)$$

где d —дефицит влажности воздуха в мм; a —коэффициент. Подобные формулы были предложены многими авторами [5, 6, 9, 10, 12, 13 и т. д.].

Формула, предложенная М. И. Будыко [6], имеет простой вид

$$E_0 = R/L, \quad (1,2)$$

где R —радиационный баланс; L —теплота парообразования. Если исходить из метода турбулентной диффузии [5, 6, 10—15], получим

$$E_0 = 0,622 \frac{p}{\rho} D (e_0 - e). \quad (1,3)$$

Здесь p , ρ , e —давление, плотность и упругость пара воздуха; D —коэффициент обмена; e_0 —упругость насыщения при температуре испаряющей поверхности. Подставляя $L = 600 \text{ кал/см}^3$; $\rho = 1,3 \cdot 10^3 \text{ г/см}^3$; $p = 10^3 \text{ мб}$; $D = 0,63 \text{ см/сек}$, легко получим

$$E_0 = 17,5 (e_0 - e) \text{ мм/мес.} \quad (1,3)$$

Для расчета испаряемости могут быть использованы многочисленные формулы эмпирического или полуэмпирического-полутеоретического характера. В частности, на основании материалов наблюдений на испарителях выводятся формулы вида

$$E_0 = a_0 (b_0 + v) (e_0 - e), \quad (1,4)$$

где v —скорость ветра; a_0 и b_0 —коэффициенты.

Такие формулы были получены В. К. Давыдовым [7], Б. Д. Зайковым [8], А. П. Браславским и З. А. Викулиной [4] и другими авторами. На основании данных наблюдений на оз. Севан А. М. Мхитаряном [11] были получены следующие формулы для расчета испарения по методам гидрометеорологическому (E_r) и диффузионному (E_d)

$$E_r = 0,101 (v_2 + 1,2) (e_0 - e_2), \quad (1,5)$$

$$E_d = 0,133 v_2 (e_0 - e_2) \left(1 + A \frac{\Delta T}{v_2^2} \right). \quad (1,6)$$

Здесь E — испарение (испаряемость при достаточном увлажнении поверхности) в мм/сутки; v_2 — скорость ветра в м/сек на высоте 2 м; $\Delta T = T_0 - T_2$; e_2 и T_2 — упругость пара в мб и температура воздуха в °С на той же высоте 2 м; T_0 и e_0 — температура поверхности воды и упругость насыщения при этой температуре; A — коэффициент, зависящий от скорости ветра [11].

Испаряемость определяется комплексом большого числа факторов. Поэтому для понимания физической сущности процесса целесообразно развивать именно комплексные методы. С другой стороны, для практических применений должны быть разработаны сравнительно простые методы, связывающие испаряемость с небольшим числом таких метеорологических факторов, данные по которым имеются в достаточном количестве. Результаты этих последних должны быть проверены комплексным методом. Такой принцип мы и положим в основу расчетов испаряемости на территории Армении.

2. Определение испаряемости по гидрометеорологическому методу

При расчетах испаряемости по этому методу использованы в основном результаты работ А. А. Тамазяна [14].

Если в формулах (1,4) и (1,5) сделать замену

$$e_0 - e \approx d, \quad (2,1)$$

где d — дефицит влажности, и, кроме того, подставить некоторое среднее значение скорости ветра, то получим формулу вида (1,1), т. е.

$$d_0 \approx ad. \quad (2,2)$$

Переход (2,1) продиктован тем, что в случае расчетов испаряемости с увлажненной поверхности суши величина e_0 (или T_0) не поддается непосредственному измерению, а ее определение связано с рядом затруднений. В то же время дефицит влажности измеряется просто.

Рассмотрим более подробно соотношение (2,1). Согласно формуле Магнуса имеем

$$e_m = c_0 \exp \left(\frac{c_1 T}{c_2 + T} \right), \quad (2,3)$$

где $c_0 = 6,1$ мб; $c_1 = 17,1$; $c_2 = 235^\circ$. Здесь e_m насыщающая упругость пара в мб при температуре T . Разлагая правую часть (2,3) в ряд, в окрестности точки T_2 , где T_2 — температура воздуха, $e_m(T_2)$ — упругость насыщения при этой температуре, получим

$$e_0 - e_2 = e_m - e_2 - \psi' (T_0 - T_2) + \psi'' (T_0 - T_2)^2 + \dots \quad (2,4)$$

$$\psi' = \frac{e_m c_1 c_2}{(c_2 + T_2)^2}; \quad \psi'' = \frac{e_m c_1 c_2}{(c_2 + T_2)^3} \left(\frac{c_1 c_2}{c_2 + T_2} - 2 \right). \quad (2,5)$$

Простые оценки показывают, что при $T_0 - T_2 \leq 10^\circ$ можно отбросить все члены, начиная с квадратичного. Вспоминая еще, что по определению $e_m - e_2 = d$, получим

$$e_0 - e_2 \approx d + \psi' (T_0 - T_2). \quad (2,5)$$

Только при $T_0 = T_2$ разложение (2,5) в точности переходит в (2,1). В случае, когда $T_0 - T_2 > 0$, что очень часто и имеет место в действительности, следует воспользоваться разложением (2,5). Но это вводит то же затруднение, потому, что в указанном выше случае расчетов испаряемости T_0 не известно.

Чтобы преодолеть это затруднение, исследователи пошли по пути установления связи между разностью $e_0 - e$ и величиной d . Было установлено, что связь эта степенная и имеет вид

$$e_0 - e \approx C d^n. \quad (2,6)$$

В частности, Б. Д. Зайков [8] построил такую зависимость и получил, что показатель степени $n < 1$ почти постоянная величина, а географический параметр „С“ изменяется в пределах $C = 1,4 - 2,2$, увеличиваясь с юга на север. Это и понятно, так как разность $T_0' - T_2$ увеличивается в том же направлении, и при $n = \text{const}$ по (2,5) вес второго члена правой части увеличивается, что в (2,6) компенсируется увеличением C .

Б. Д. Зайковым была установлена связь между температурами T_0 и T_2 для мелких водоемов в виде

$$T_0 = a_1 + b T_2, \quad (2,7)$$

причем для Европейской территории СССР $a_1 \approx 1,5$ м почти постоянная величина. В то же время $b_1 = 0,88$ на юге и увеличивается до 1,16 на северо-западе.

Для определения параметров C и n зависимости (2,6) по территории Армении были использованы данные наблюдений на испарителях ГГИ-3000. Расчеты проводились по формуле вида (1,4) подставляя сюда (2,6), т. е.

$$E_0 = C (a + b v_2) d^n. \quad (2,8)$$

Графические построения показывают, что, действительно, зависимость (2,6) степенная с показателем степени в большинстве случаев меньше единицы. Прежде чем перейти к определению параметров формулы (2,8) — C , a , b , n , отметим, что исследовалось поведение разности $T_n - T_0$ по территории, т. е. разности температур поверхностей окру-

жающей суши и воды в испарителе. Для станции Ереван-агро, например, оказалось, что по данным срочных наблюдений за 1961 г в 90% случаев эта разность меньше 10° и в 75% случаев—меньше 5° . В среднем разность $T_n - T_0$ имеет как суточный, так и сезонный ход и оказалась равной $0,7^\circ$. Несколько отличной оказалась эта разность по данным станции Арагац в/г. Это приводит к заключению о том, что испарители ГГИ-3000 показывают испарение, почти равное испаряемости в высокогорных условиях, и несколько больше испаряемости—для остальных районов. Подобный анализ проведен и в [12].

Анализ показывает, что испаряемость больше испарения с водной поверхности в дневные часы и летом и меньше его ночью и в холодную часть года. За счет такого двойного отношения имеет место известная компенсация, поэтому в суточном и в годовом разрезе эти величины отличаются сравнительно мало [11, 12].

Обработка данных наблюдений по 19 испарительным пунктам показала, что показатель степени $n = 0,80$ проявляет малую изменчивость, в то время как географический параметр определенно увеличивается с высотой местности. Исследования показали, что оба параметра, и C и n , изменяются по разному в разных физико-географических зонах. Но для облегчения расчетов мы примем $n = 0,8$, а C от 1,8 в Ереване до 2,14—Арагац в/г.

Чтобы выяснить вопрос применимости формулы испарения, полученной по испарителю, и расчету испаряемости, А. А. Тамазян, Г. Г. Пахчанян провели ряд исследований. Их можно найти в работах авторов [12, 14]. Но один вопрос мы здесь рассмотрим

По предложению А. М. Мхитаряна, А. А. Тамазян провел следующий сравнительный анализ. По данным Ереван-агро за четыре года (1960—1963 гг.) выведены две формулы испарения. Одна из этих формул выведена по тем среднесуточным данным, когда поверхность окружающей испаритель территории была достаточно увлажнена вследствие выпадения атмосферных осадков более 0,5 мм. Другая формула получена по данным остальных дней, когда влажность поверхности была недостаточна. Формулы эти имеют вид

$$E'_0 = (0,26 + 0,06v_2)(e_0 - e_2) \quad (2,9)$$

для случая увлажненной поверхности, когда испаритель, по-видимому, показывает испаряемость, и

$$E_0 = (0,26 + 0,08v_2)(e_0 - e_2), \quad (2,10)$$

для второго случая. Сравнение формул показывает, что при одной и той же разности упругости паров испаритель показывает одно и то же испарение при отсутствии ветра. При больших скоростях ветра испаритель, установленный в окружении недостаточно увлажненной поверхности, испаряет почти на 30% больше того же испарителя, при достаточном

увлажнении окружающей испаряющей поверхности. При обычных скоростях ветра 3—4 м/сек это различие составляет 10—15%.

В основу расчетов испаряемости были положены две формулы

$$E_0 = Cd^n (0,31 + 0,06v_2) \text{ мм/сутки} \quad (2,11)$$

для высот меньше 1500 м и

$$E_0 = Cd^n (0,35 + 0,07v_3) \text{ мм/сутки} \quad (2,12)$$

для высот выше 1500 м.

В расчетах принято $n = 0,8$; коэффициент C — определяется по поясам.

Так как на большинстве станций скорость ветра наблюдается на высоте флюгера, то была установлена связь между скоростями ветра по анемометру и по флюгеру.

Имея все соответствующие данные, легко подсчитать испаряемость по этому методу.

3. Определение испаряемости по комплексному методу

Сущность этого метода изложена во многих работах [6, 10, 12, 13 и т. д.]. В частности, в [12] приведены результаты расчета испаряемости по этому методу для некоторых пунктов Армянской ССР. Отметим, что Л. П. Серякова [13] проводила расчеты и построила карту испаряемости для Европейской части СССР.

Для определения величины испаряемости (E_0) с учетом трансформации температуры и влажности воздушного потока, переходящего с нерошаемого поля на увлажненную территорию, используются уравнения турбулентного тепловлагообмена и теплового баланса, которые можно представить в виде

$$P = \rho c_p D (T_n - T_x), \quad (3,1)$$

$$LE_0 = L\rho \frac{0,622}{p} D (e_n - e_x), \quad (3,2)$$

$$R_0 - B = LE_0 + P - 4\sigma f \bar{T}^3 (T_n - T_x). \quad (3,3)$$

Здесь R_0 — радиационный баланс увлажненной поверхности, вычисленный при определении эффективного излучения по температуре воздуха; B — теплообмен в почве; P и LE_0 — затраты тепла на испарение и турбулентный теплообмен; ρ , p , c_p — плотность, давление и удельная теплоемкость воздуха; f — коэффициент, характеризующий отклонение излучения данной поверхности от излучения абсолютно черного тела; σ — постоянная Стефана-Больцмана.

После некоторых преобразований из уравнений (3,1)–(3,3) с учетом (2,5) можно получить следующее выражение для определения максимально возможного испарения с учетом трансформации температуры и влажности воздуха.

$$LE_0 = \frac{(R_0 - B) \frac{L 0,622 p D \psi'_r (1 - M_e)}{p (4\sigma \bar{T}^3 + c_p p D) (1 - M_r)} + \frac{0,622 L D_r}{p} (1 - M_e)}{1 + \frac{L 0,622 p D \psi'_r (1 - M_e)}{p (4\sigma \bar{T}^3 + c_p p D) (1 - M_r)}} \quad (3,4)$$

Здесь M_r и M_e — функции трансформации, определяемые, например, по методике М. П. Тимофеева [15] или по [4].

Ниже, в табл. 1, для сравнения приведены результаты расчета испаряемости по (3,4) при характерном размере поля в 50 км и меньше 1 км, а также данные испарителя ГГИ-3000.

Таблица 1

Сравнение испаряемости и испарения ГГИ-300 в мм/мес для Ереван-агро

Месяцы велич.	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Сумма мм
$E_0, l = 40 \text{ км}$	104	138	161	180	170	108	60	921
$E_0, l < 1 \text{ км}$	137	190	200	250	238	176	89	1280
$E_{\text{ГГИ}}$	108	151	223	288	263	191	106	1336

Таблица показывает, что расхождение между E_0 , определяемой при $l < 1 \text{ км}$ и $E_{\text{ГГИ}}$ за сезон составляет несколько процентов. Внутри года это расхождение больше и достигает 25%, что связано с тем, что в схеме не учитывается сезонный ход скорости ветра. Увеличение же размера поля до 50 км приводит к уменьшению испаряемости почти на 30%.

Элементы радиационного баланса рассчитаны по обычной методике, принятой в климатологии теплового баланса [6] с учетом некоторых особенностей в горных условиях [12].

4. Сравнение результатов, полученных различными методами и установление испаряемости на территории Армянской ССР

Результаты расчетов по методам гидрометеорологическому (E_r) и комплексному (E_k), по данным 19 станций за 7 месяцев (IV—X), были сведены в специальную таблицу. Сравнение показывает, что, как правило, испаряемость по гидрометеорологическому методу получена больше, чем по комплексному. Разность их составляет 7—10% за май-июль. В то же время весной по комплексному методу получается большое, а осенью—много меньше, чем по гидрометеорологическому методу.

В целом за 7 месяцев испаряемость по последнему методу получена больше лишь на 10%.

Более подробный анализ показал, что целесообразно станции разбить на две группы. В первую группу вошли все пункты с высотой местности до 1500 м, во вторую—все остальные. Следует отметить, что во вторую группу вошли некоторые станции, расположенные ниже 1500 м, но находящиеся во влажной зоне.

Для каждой группы найдены переходные коэффициенты, равные E_k/E_r . Ниже, в табл. 2, приводится сезонный ход этих коэффициентов по двум высотным поясам.

Таблица 2

Срзвнение результатов расчетов

Месяцы	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Ср.
I пояс ниже 1500 м E_k/E_r	1,15	1,18	1,05	0,88	0,78	0,73	0,68	0,92
II пояс выше 1500 м E_k/E_r	1,08	1,09	1,07	0,93	0,78	0,72	0,60	0,90

Чтобы установить величины испаряемости в окончательном виде в основу берем результаты расчета по комплексному методу. Для тех 21 пунктов, для которых расчеты проведены по этому методу, берем их значения и добавляем пересчитанные значения для месяцев XI—III. Для остальных 23 пунктов производим пересчет, помножив результаты гидрометеорологического метода на отношение E_k/E_r для всех двух высотных поясов. Таким образом, получаем окончательный результат по всем 44 пунктам в среднем многолетнем разрезе для всех месяцев. Эти результаты приведены на рис. 1 в виде карты испаряемости.

5. Характеристика испаряемости

Рассмотрим теперь кратко некоторые характеристики испаряемости, такие, как ее внутригодовое распределение и распределение по территории, изменчивость, коэффициент увлажнения и т. д.

Испаряемость при $\alpha=0,1$ и $\beta=0$ приближенно характеризует величину испарения с поверхности водоемов, удовлетворяющих следующим условиям: 1. Глубина настолько мала, что изменение теплосодержания водных масс по времени можно принять равным нулю; 2. Площадь настолько велика, что окружающая среда не оказывает существенного влияния на испарение с поверхности водоема.



Фиг. 1. Карта распределения испаряемости в см/год.

Результаты [11, 12] расчета испарения с поверхности оз. Севан и испаряемости на его побережье показали, что годовое испарение с поверхности оз. Севан, которое составляет 780 мм, мало отличается от вычисленной испаряемости, которая за апрель—октябрь месяцы составляет 730 мм.

По данным, приведенным в работах [11, 12], показано, что вследствие низкой температуры, незначительного по величине интегрального коэффициента обмена и дефицита влажности воздуха, только часть радиационного баланса оз. Севан (примерно 70%) расходуется на испарение; 8% радиационного тепла озеро получает в течение периода ноябрь—апрель, которому соответствует 60 мм испарения с водной поверхности. Если же поверхность суши будет под снежным покровом, то величина испаряемости за эти месяцы будет еще меньше.

Таким образом, величина испаряемости за год составляет $730 + 60 = 790$ мм.

Испаряемость проявляет выраженную зависимость от высоты местности. Из-за большого разнообразия климатических или физико-географических условий и сложного рельефа исследуемой территории нельзя было получить общую для всей республики зависимость испаряемости от высоты местности. Но внутри отдельных климатических зон такие зависимости вполне определены и все подчиняются одной общей закономерности. Согласно последней испаряемость с высотой уменьшается по аналогии с ее уменьшением по географической широте с юга на север. Более подробный анализ показывает, что если формулу испаряемости представить в виде

$$\bar{E}_0 = \frac{E_0}{d^{0,8}} = (a + bv) C, \quad (5.1)$$

то правая часть оказывается функцией высоты (или широты для СССР), причем с ростом последней удельная испаряемость, или испаряемость, отнесенная к дефициту влажности в степени n , увеличивается. Так, например, подсчеты показали, что имеет место следующая в среднем зависимость

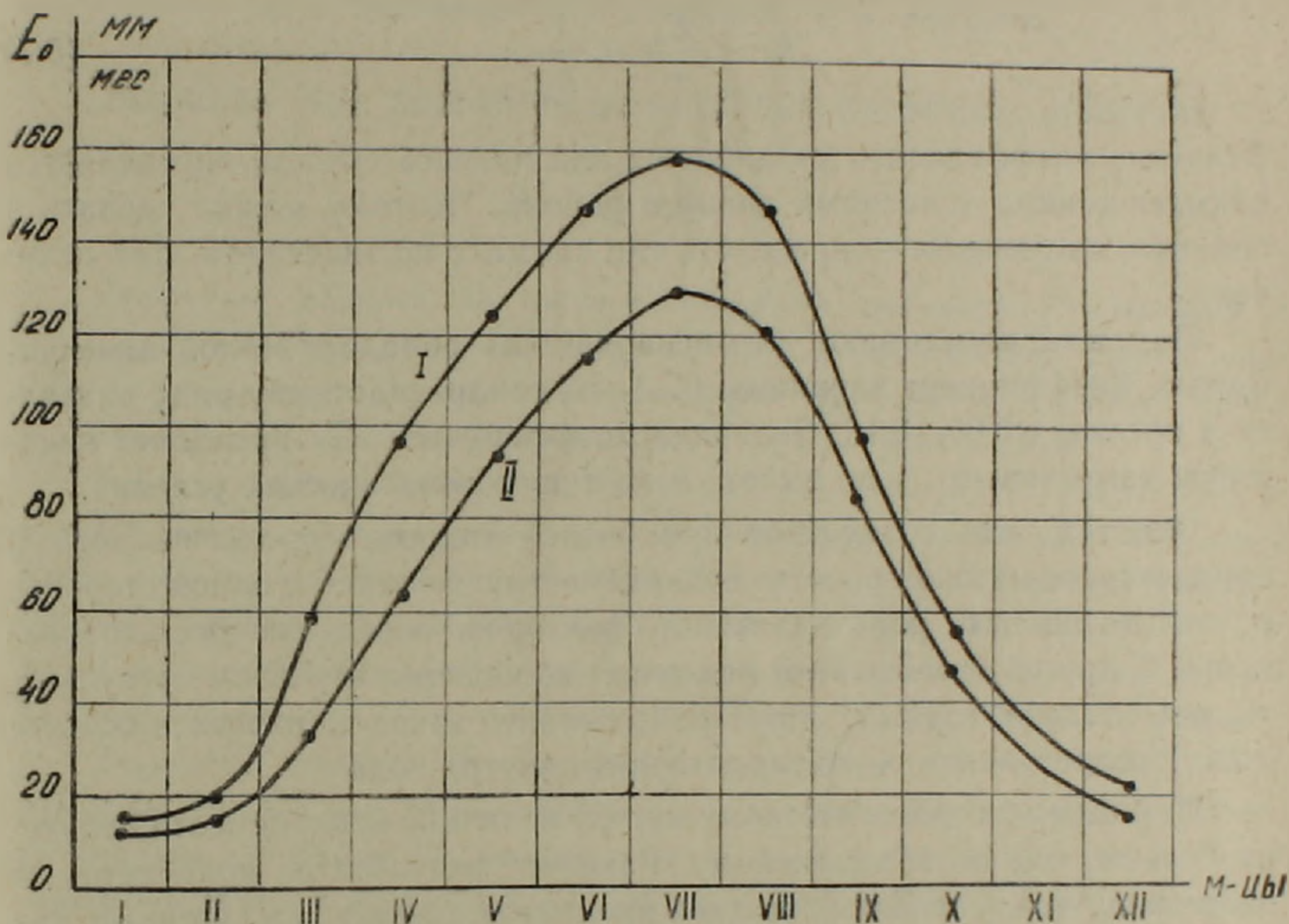
$$\bar{E}_{0,z} = \bar{E}_{0,H} = [(z - H) 0,055 + 1], \quad (5.2)$$

где z и H в метрах. Это означает, что удельная испаряемость с высотой растет на 22.5% на каждые 1000 м высоты. Этот рост с высотой несколько уменьшается. Но сама испаряемость по высоте уменьшается, вследствие того, что уменьшается дефицит влажности воздуха. Это означает, что испаряемость с высотой уменьшается медленнее, чем дефицит влажности.

Внутригодовое распределение испаряемости по всем 44 пунктам представлено на рис. 2. График показывает, что в среднем для 44 пунктов максимальное значение испаряемости имеет место в июле и составляет 160 мм для I пояса и 130—для II. Минимальное ее значение приходится на зимние месяцы и составляет 10—15 мм. Для марта-июня одни и те же значения испаряемости во II зоне наступают примерно на месяц позже, чем в I. Следует указать, что годовой ход испаряемости целиком определяется таковым для радиационного баланса и проявляет отклонение от хода дефицита влажности, которым почти полностью определяется ход испарения с испарителя ГГН-3000.

Анализ полученных результатов показывает, что подсчеты годовой величины испаряемости по среднегодовым значениям элементов (радиационный баланс, дефицит влажности и т. д.) недопустим, так как в значительной степени искажаются годовые суммы. Особенно при расчетах по гидрометеорологическому методу, когда годовой ход дефицита влажности и скорости ветра не подобны.

Представляет интерес определение испаряемости за вегетационный период, что нетрудно сделать, имея зависимость указанного периода от высоты местности. По этому признаку можно районировать исследуемую территорию. Так, например, в I район целесообразно включить территории с $E_0 < 500$ мм/год. Сюда войдут высокогорные районы и некоторые районы с влажным климатом. Во II район с E_0 от 500 до 600 мм/год войдут почти все северные и северо-восточные районы, лесной район и т. д. В III—район с E_0 от 600 до 700 мм/год—районы бассейна оз. Севан и т. д. В район с $E_0 = 1000—1100$ мм/год входят Араратская равнина, предгорье и ряд других районов.



Фиг. 2. Годовой ход испаряемости по зонам.

Имея испаряемость и осадки [1], можно определить коэффициент увлажнения по выражению

$$k_y = \frac{r}{E_0} \quad (5,3)$$

Согласно этому определению коэффициент увлажнения характеризует влагообеспеченность поверхности суши. Для территорий с влажным климатом обычно $r > E_0$ и коэффициент увлажнения больше единицы. Для районов с жарким сухим климатом k_y малая величина, т. к. здесь осадков выпадает мало, а испаряемость, наоборот, большая.

Коэффициент увлажнения растет с высотой довольно заметно, т. к. с высотой растет числитель дроби (5,3) и уменьшается ее знаменатель. Расчеты показывают, что $k_y = 0,20—0,25$ для пунктов Арташат, Ереван,

Октемберян, Мегри и т. д. увеличивается до $k_y = 2,1$ для Арагац в/г, 2,3—Ератумбер, и т. д., т. е. более чем в 10 раз. В среднем по 44 пунктам оказалось, что $k_y = 0,72$.

Коэффициент увлажнения по своему характеру является обратной величиной индекса сухости (k_c), определяемого выражением

$$k_c = \frac{R}{Lr}, \quad (5,6)$$

или, если по М. И. Будыко [6] $E_0 = R/L$, то

$$k_c = \frac{E_0}{r} = \frac{1}{k_y}. \quad (5,7)$$

Величина коэффициента увлажнения или индекса сухости определяется климатическими условиями данного района. Поэтому можно сделать и обратное заключение—определить тип климата по значениям этих величин.

Подсчеты показывают, что испаряемость обладает малой изменчивостью. Коэффициент вариации (C_v) по тридцатилетнему ряду оказался в пределах 0,06—0,16. Величина коэффициента C_v проявляет некоторую изменчивость и по высоте и по типу климатических условий.

Отметим, что совместное применение гидрометеорологического и комплексного методов расчета испаряемости позволяет, с одной стороны, правильно оценить роль различных факторов, определяющих испаряемость. С другой стороны, это позволяет обобщить полученные результаты для больших горных территорий, выявить закономерности и особенности распределения ее по территории и внутри года.

По гидрометеорологическому методу величина испаряемости получена больше, чем по комплексному. Различие результатов колеблется от нескольких до нескольких десятков процентов и имеет как суточный, так и сезонный ход. Наилучшее совпадение имеет место для тех территорий, для которых испарение с испарителя наиболее близко к испаряемости—т. е. в условиях влажного климата. Это означает, в частности, что по мере увеличения высоты испарение с испарителя ГГИ-3000 приближается к величине испаряемости.

Испаряемость, таким образом, является обобщенной характеристикой, которой могут быть определены многие другие характеристики климата, в том числе и оптимальное водопотребление для орошения и нормального роста растений.

Изложенные выше результаты обобщают таковые, полученные Г. Г. Пахчаняном по комплексному методу для некоторых районов республики и А. А. Тамазяном по гидрометеорологическому методу—для всей республики.

В данной работе проанализированы результаты обоих методов, проведена соответствующая оценка и установлена наиболее вероятная величина испаряемости. Поэтому полученные здесь результаты могут

быть рекомендованы для практического применения при различных проектных и инженерных проработках, в частности, при воднобалансовых расчетах и определении норм водопотребления на орошение в условиях Армянской ССР.

Институт водных проблем
и гидротехники

Поступила 14.III.1965

Ա. Մ. ՄԽԻԹՄՐՅԱՆ, Հ. Հ. ՓԱԽԶԱՆՅԱՆ, Ա. Ա. ԹԱՄԱԶՅԱՆ

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ՏԵՐԻՏՈՐԻԱՅԻ ԳՈԼՈՐՇՈՒՆԱԿՈՒԹՅԱՆ ՈՐՈՇՈՒՄԸ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Հոդվածում բերվում են գոլորշունակության ջրաօդերևութաբանական և կոմպլեքս մեթոդներով որոշման արդյունքները: Առաջին մեթոդի հիմքում դրված են գոլորշիացուցիչների վրա կատարված դիտումների նյութերը, որոնց մշակման հիման վրա ստացված են (2.11) և (2.12) բանաձևերը:

Երկրորդ մեթոդը հիմնված է ծածկույթի մակերևույթի ջերմային հաշվեկրշոի և տուրբուլենտ ջերմախոնավափոխանակության հավասարումների վրա, որոնք հանգեցնում են (3.4) բանաձևին: Նրկու տարբեր մեթոդներով կատարված հաշվարկների արդյունքները համեմատված են իրար հետ աղյուսակ 2-ում: Գծ. 2-ի վրա ներկայացված է գոլորշունակության քարտեզը, որտեղ բերված են հավասար գոլորշունակունակություն ունեցող կետերը միացնող գծերը:

Հոդվածում բերվում են ստացված արդյունքների քննարկումը և հետևություններ: Գծ. 3-ի վրա ներկայացված է գոլորշունակության տարեկան ընթացքը տարբեր զոնաներում: Հետազոտված են նաև խոնավացման գործակցի և շորության ինդեքսի փոփոխություններն ըստ բարձրության և կլիմայական զոնաների:

Հետազոտության արդյունքները կարող են օգտագործվել առանձին գործնական հարցեր լուծելիս:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Александрян Г. А. Территориальное распределение осадков в Армянской ССР. Тр. Тбил. НИГМИ, вып. 2, 1957.
2. Атлас Армянской ССР, под. ред. А. Б. Багдасаряна. Изд. АН Арм. ССР, Москва—Ереван, 1960.
3. Багдасарян А. Б. Климат Армянской ССР. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1958.
4. Браславский А. П., Викулина З. А. Нормы испарения с поверхности водохранилищ. Гидрометеониздат, Л., 1954.
5. Будаговский А. И. Испарение почвенной влаги. Изд. АН СССР, М., 1964.
6. Бүдыко М. И. Тепловой баланс земной поверхности. Гидрометеониздат, Л., 1956.
7. Давыдов В. К. Испарение с водной поверхности в Европейской части СССР. Тр. НИУ ГУГМС, вып. 12, Л., 1944.

8. *Зайков Б. Д.* Испарение с водной поверхности прудов и малых водохранилищ на территории СССР. Тр. ГГИ, вып. 21, 1949.
9. *Иванов Н. Н.* Об определении величины испаряемости. Изв. Всесоюзн. географ. общества, т. 26, № 2, 1954.
10. *Константинов А. Р.* Испарение в природе. Гидрометеониздат, Л., 1963.
11. *Мхитарян А. М.* Водный и тепловой балансы водоемов и некоторые вопросы гидродинамики пограничного слоя атмосферы. Автореф. диссертации, Л., 1963.
12. *Пахчанян Г. Г.* Испаряемость и ее изменение с высотой местности. ДАН Арм. ССР, т. 38, № 1, 1964.
13. *Серякова Л. П.* Испаряемость на территории СССР. Тр. ЛГМИ вып. 8, 1958.
14. *Тамазян А. А.* К вопросу об определении испаряемости на территории Армянской ССР. Изв. АН Арм. ССР, серия «Науки о Земле», № 6, 1964.
15. *Тимофеев М. П.* Метеорологический режим водоемов. Гидрометеониздат, Л., 1963.