

А. М. АРЕНШТЕЙН

**ОБ ИСПАРЕНИИ ВОДЫ В ВОДОЕМАХ, ЗАРАСТАЮЩИХ ВЫСШЕЙ
ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ**

(Представлено академиком С. А. Зерновым 21 XI 1936)

В большой литературе по испарению в водоемах вопрос о влиянии на испарение зарослей высшей водной растительности освещен сравнительно слабо.

Наибольшего внимания в отношении интересующего нас вопроса заслуживает работа Otis'a (1), который на основании наблюдений над испарением с свободной водной поверхности и с водной поверхности, занятой водными болотными растениями, пришел к следующим выводам: с водной поверхности, занятой водной растительностью, испарение идет сильнее, чем со свободной поверхности, за исключением водоемов с водяной лилией *Castalia*, которая задерживает испарение. По Otis'у величина испарения зависит: 1) от вида растений, 2) от плотности растительного населения, 3) от физических факторов (ветер, температура воздуха, относительная влажность) и 4) от времени дня (днем больше, чем ночью).

Опыты Герасимова(2) и Тюремного(3) на болотах показали, что испарение в сфагнутом болоте идет интенсивнее, чем в водоеме со свободной поверхностью, только на 11—21%. Эти данные расходятся с данными Olltmans'a(4), указывающего, что сфагнум испаряет в 5 раз больше, чем свободная водная поверхность. Расхождение с данными Olltmans'a Герасимов объясняет различиями в методике наблюдений.

Для непосредственного измерения испарения служат испарители. На метеорологических станциях обычно употребляется испаритель Вильда, непригодный для наблюдений в водоеме. Для последней цели большей частью применяют испаритель Лермонтова-Любославского, в последнее время также игольчатые испарители Третьякова или Биндемана.

Однако все эти испарители дают только относительные цифры.

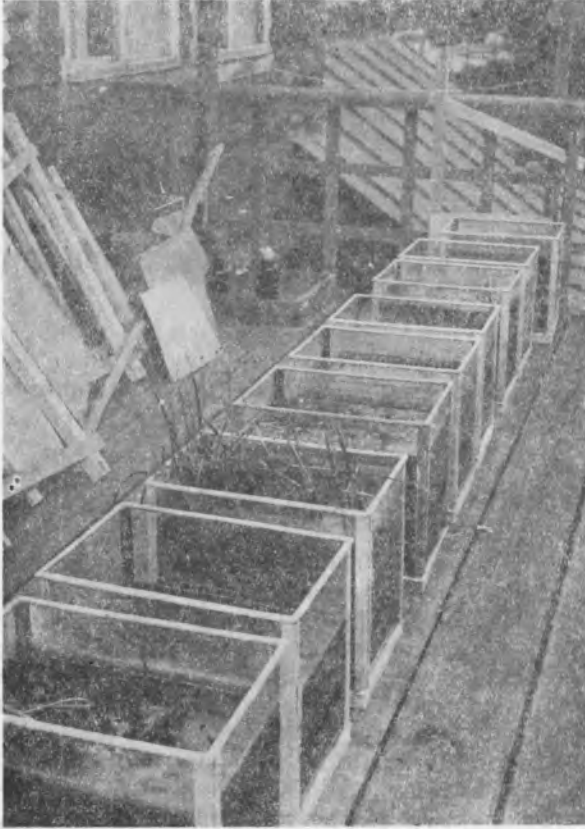
Искажения зависят от целого ряда факторов. Испарение с водной поверхности водоема, учтенное при помощи указанных специальных испарителей, не будет равно испарению, определяемому по способу Вильда. Ниже приводятся данные, полученные обсерваторией Лесного института для испарителя Вильда и Лермонтова-Любославского (8).

Вильд	51.8	57.8	58.1	26.5	15.1
Лермонтов-Любославский	79.2	126.3	138.5	70.5	30.3
Вильд, Лермонтов-Любославский	0.65	0.46	0.42	1.35	0.50

Аналогичные данные имеются в работе Адеркас⁽⁵⁾.

Большинство исследователей считает, что водные испарители более точны, но дают несколько преувеличенные показания [примерно на 10%⁽⁶⁾].

В своей работе мы не пользовались специальными приборами, а использовали для этой цели аквариумы. Аквариумы имели длину в 46 см, ширину



32 см, высоту 40 см. Дно аквариума покрывалось речным песком и аквариум наполнялся водой до определенной отметки. Аквариумы были установлены в один ряд на открытой террасе. Стенки аквариумов были закрыты фанерными листами, таким образом водная поверхность освещалась только сверху. Учет испарения велся по изменению уровня воды, для чего на двух стенках каждого аквариума были прикреплены миллиметровые шкалы, по которым делались ежедневные отметки.

Одновременно велись наблюдения за температурой воздуха и температурой воды. Метеорологические данные нами были получены на ближайших станциях обсерватории и аэродрома. Необходимо отметить, что метеорологические

Общий вид установки опытов с испарением

факторы лета 1935 г. были весьма неблагоприятны для опытов.

Опыты ставились со следующими растениями:

1) Растения, плавающие на воде: *Lemna minor*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Polygonum amphibium*, *Sagittaria sagittifolia*, *Nymphaea*.

2) Растения полупогруженные: *Butomus umbellatus*, *Calla palustris*.

3) Растения погруженные: *Ceratophyllum*, *Elodea canadensis*.

Контролем служили 2 аквариума со свободной от растительности водной поверхностью.

Наблюдения велись с 14 августа до 10 сентября 1935 г.

Протоколы наблюдений приведены в таблице.

Наблюдений над влиянием на испарение *Butomus*, *Calla* и *Elodea* было проведено очень немного, вследствие чего полученные результаты не являются окончательными.

Если суммировать результаты наблюдений над остальными аквариумами и принять количество испарившейся воды в первом контрольном

опыте за 100, то в аквариумах с растительностью испарение выразится следующими процентными соотношениями:

Растения аквариума	Испарение в %	Площадь аквариума, занятая растительностью, в %
<i>Lemna minor</i>	40	100
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	46	90
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	60	65
<i>Polygonum amphibium</i>	63	55
<i>Nymphaea</i>	70	—
<i>Ceratophyllum</i>	75	—
Контроль 1	100	—
Контроль 2	93	—

При выяснении влияния метеорологических факторов на степень испарения со свободной водной поверхности и с поверхности, занятой водной растительностью, наблюдается следующее:

Кривая испарения воды с открытой водной поверхности идет в одном направлении с кривой температуры (t°) и в обратном — с кривой облачности и влажности; меньшее влияние метеорологические факторы оказывают на водную поверхность, закрытую водной растительностью (*Lemna*, *Hydrocharis*), хотя при этом кривые идут в том же направлении.

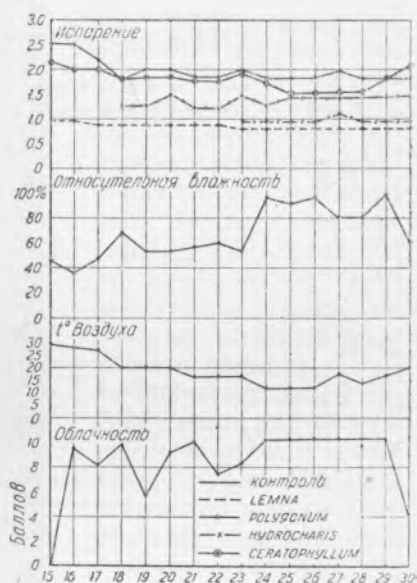
На основании проведенной работы, которую мы считаем ориентировочной, можно сделать следующие выводы:

1. Плавающие растения понижают испарение.

Чем больше покрыта водная поверхность, тем меньше испарение воды (*Lemna*, *Hydrocharis*). Свободная водная поверхность дает максимальное испарение.

2. Метеорологические факторы оказывают особо сильное влияние на испарение с открытой водной поверхности.

На испарение с поверхности, закрытой водной растительностью, влияние их гораздо слабее.



Август 1935 г.

Ход испарения t° воздуха, относительной влажности и облачности

Биологическая лаборатория
Института водоснабжения и канализации,
гидротехнических сооружений и инженерной гидрогеологии.
Москва.

Поступило
21 XI 1936.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Ch. H. Otis, Bot. Gaz., 58 (1914). ² Герасимов, Торфяное дело, № 6 (1925). ³ Тюремнов, Труды Научно-исследовательского торфяного института (1928). ⁴ Fr. Oltmans, Über die Wasserbewegung und ihren Einfluss auf die Wasserverteilung in Boden, Breslau (1887). ⁵ Адеркас, Известия Государственного гидрологического института, № 14 (1925). ⁶ Тихомиров, Практическое руководство к изучению испарения с поверхности пресноводных водоемов, Энергоиздат, Ленинград (1933). ⁷ Burgerstein, Die Transpiration der Pflanzen (1920). ⁸ Огневский, Гидрометрия и производство гидрометрических работ (1934).