

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ОБЪЕМНОЙ И ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОДНОМЕРНОЙ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ АРАЛЬСКОГО МОРЯ

А.Н. Семчуков, Т.Э. Овчинникова

*Институт водных и экологических проблем СО РАН, 630090 Новосибирск,
Морской просп., д.2*

ВВЕДЕНИЕ

Для прогнозирования уровенного и солевого режима в западной, наиболее глубокой, части Аральского моря нами были использованы две модели различной размерности. Объемная модель основана на интегральных уравнениях водного, теплового и солевого баланса. Она дает возможность описать ход основных гидрологических процессов в водоеме и дать первичную оценку изменения уровня, толщины ледового покрова и средних характеристик (средней температуры и солености). Одномерная вертикальная модель позволяет описать стратификацию водоема, обусловленную температурной и солевой вертикальной неоднородностью.

Применяя упрощенные модели, мы должны иметь представление о том, в какой степени они могут исказить процессы, происходящие в водоемах. В частности, при расчете теплообмена через свободную поверхность, а также процессов испарения, учитывается температура воды на поверхности водоема, а это должно привести к расхождениям в расчетах по двум моделям, так как в объемной модели эта температура приравнивается к средней, а в одномерной берется фактически полученное ее значение. Представляют интерес количественные оценки расхождений в результатах расчетов на продолжительный период.

ЧИСЛЕННЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ

В этой работе приведено сопоставление результатов расчетов водного, теплового и солевого режима западной части Аральского моря, выполненных по обеим моделям для условного полуторогодового периода с интенсивным поступлением вод Амударьи в весенне-летний период. Начальный уровень воды, 26 м, был выбран для того, чтобы уровень воды в течение расчетного периода не превысил отметки порога между частями водоема. Постоянная по глубине начальная соленость, 140 г/л, выбиралась из балансовых соотношений. Начальное значение температуры выбрано из следующих соображений: с помощью серии расчетов на несколько лет как по объемной, так и по вертикальной одномерной модели было установлено, что на 1 января наблюдается гомотермия, причем средняя температура воды, полученная по обеим моделям, практически одинакова и составляет около -2.5°C . Поэтому в качестве начального момента расчета выбрано 0 ч 1 января (условного года), а постоянная по глубине начальная температура равнялась -2.5°C . В расчетах использовались климатические метеоданные.

Здесь мы рассмотрим основные параметры водоема, полученные с помощью одномерной модели и объемной модели. И, прежде всего, остановимся на двух величинах: потоке тепла через свободную поверхность воды и эффективном испарении, поскольку именно они определяют динамику уровня, температуры и солености воды в условиях отсутствия притока.

Поток тепла в обоих случаях рассчитывается по одной и той же модели теплообмена, которая учитывает температуру воды на поверхности. При этом в объемной модели в качестве такой температуры берется средняя по водоему, а в одномерной — поверхностная. Расчет начинался с состояния гомотермии, поэтому в начальный период динамика основных средних характеристик отличалась мало. Но в период с марта по ноябрь температура на поверхности в расчетах по одномерной модели отличалась от среднего значения, поэтому и поток тепла отличен от того, который получен в объемной. Это является основной причиной возникающих расхождений в расчетах, но не единственной. Поскольку испарение зависит от солености воды, а в одномерной модели соленость на поверхности отлична от средней (за исключением приблизительно трехмесячного периода полного перемешивания), то потоки воды через свободную поверхность в двух моделях также будут различны.

На рис. 1 показана динамика теплового потока через свободную поверхность в нульмерной и одномерной моделях, а на рис. 2 — динамика эффективного испарения. На рис. 3 приведены графики средней температуры воды, полученной по обеим моделям, и температуры поверхности воды, полученной по одномерной модели. Во всех расчетах наблюдается периодичность этих величин. И, наконец, на рис. 4 показан ход уровня и изменение солености в двух расчетах. В табл. 1 приведены численные оценки расхождений потока тепла через свободную поверхность воды и эффективного испарения, полученными по обеим моделям.

Таблица 1. Отклонения значений основных параметров в расчетах по двум моделям

Поток тепла	
Среднее	24.5 ккал/(м ² ·час)
Максимальное	113.6 ккал/(м ² ·час)
Относительное	31%
Эффективное испарение	
Среднее	3.4·10 ⁻⁵ м/час
Максимальное	1.2·10 ⁻⁴ м/час
Относительное	37%
Средняя температура воды	
Среднее	5.9 °С
Максимальное	13.9 °С
Относительное	43%
Температура воды на поверхности	
Среднее	1.8 °С
Максимальное	3.8 °С
Относительное	12%

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Согласно описанным численным экспериментам, большую часть года поверхностная температура воды, полученная по одномерной модели больше температуры,

полученной по объемной, а, следовательно, в первом случае больше средняя интенсивность испарения. Поэтому уровень воды на конец расчетного периода в случае одномерной модели существенно больше, чем в случае объемной (почти на 40 см), а соленость, соответственно больше. Это показывает важность учета вертикальной стратификации при расчете гидрофизических и гидрологических процессов в данном водоеме.

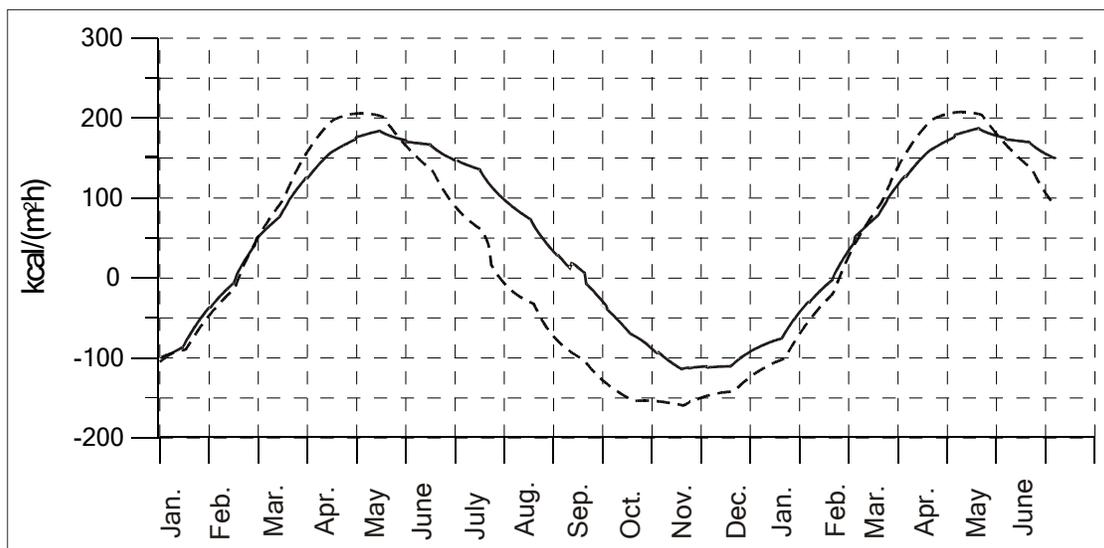


Рис. 1. Динамика потока тепла через свободную поверхность в двух расчетах. Сплошная линия — одномерная модель; пунктир — объемная.

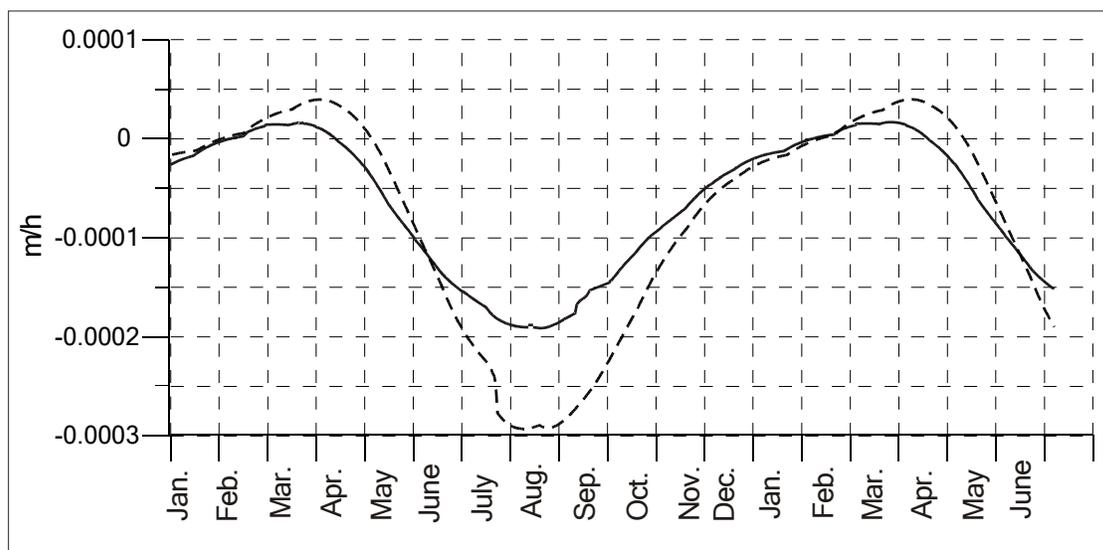


Рис. 2. Динамика эффективного испарения в двух расчетах. Сплошная линия — одномерная модель; пунктир — объемная.

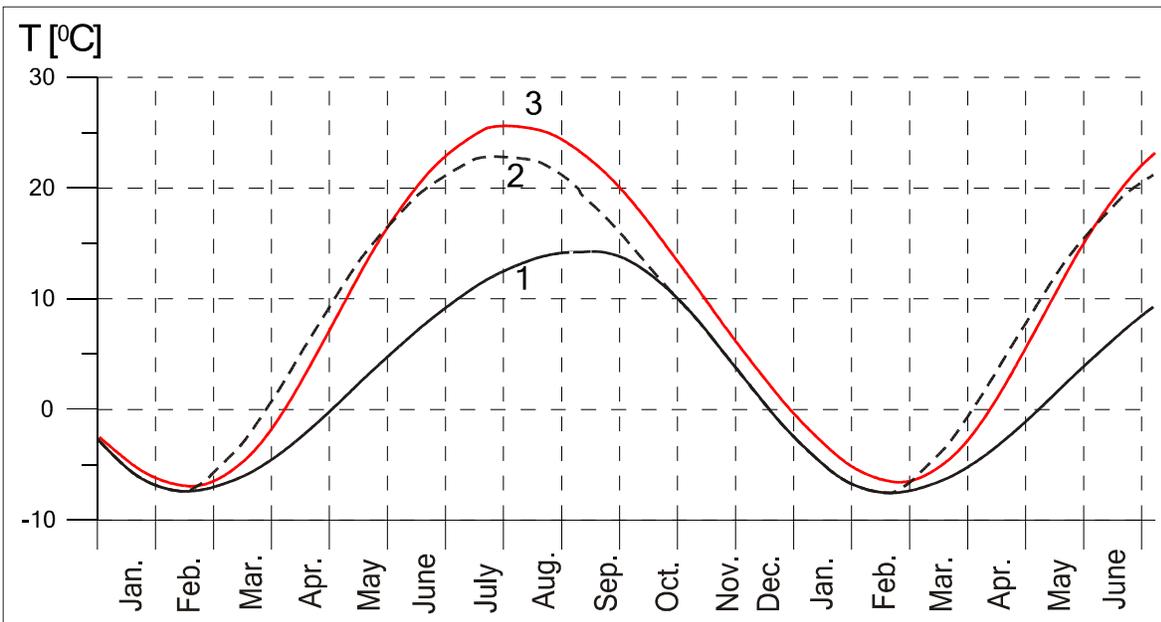


Рис. 3. Динамика средней температуры в двух расчетах и температуры на поверхности. 1 — средняя температура в одномерной модели; 2 — средняя температура в объемной модели; 3 — температура на поверхности в одномерной модели.

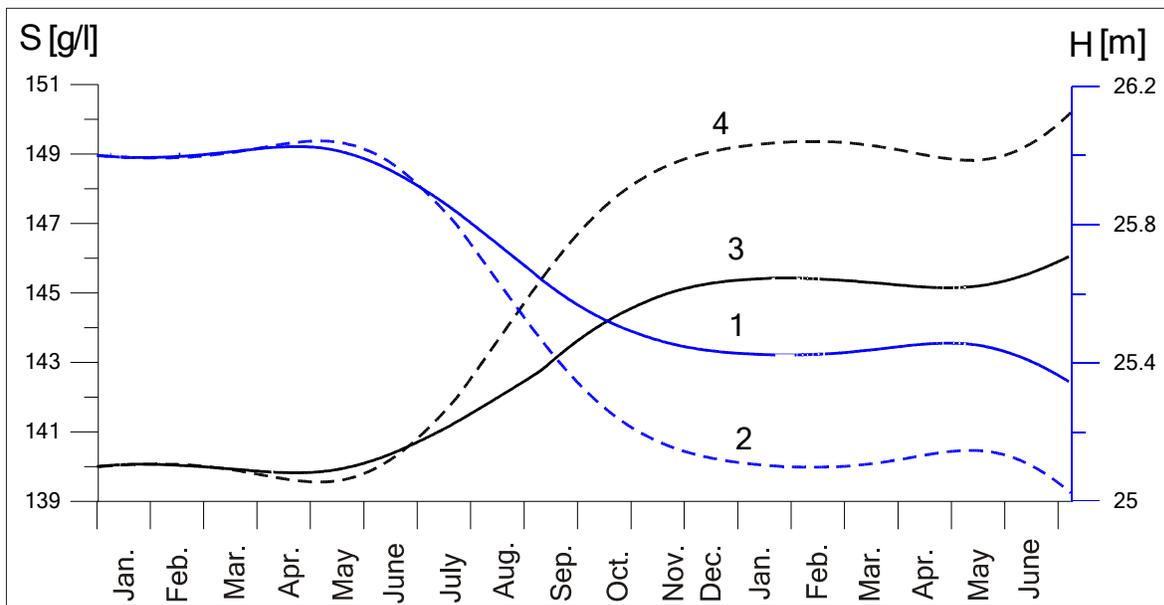


Рис. 4. Динамика уровня (1, 2) и средней солёности (3, 4) в двух расчетах. Сплошная линия — одномерная модель; пунктир — объемная.