

УДК 551.465.7 : 551.463.6(265)

РОЛЬ МЕСТНЫХ И АДВЕКТИВНЫХ ФАКТОРОВ В ФОРМИРОВАНИИ ТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА

Черный Э. И.

Взаимосвязь процессов в океане и атмосфере определяется единством источников получаемой ими энергии, общностью физических законов, управляющих этими процессами и, главное, непосредственным обменом теплом, кинетической энергией и веществами между океаном и атмосферой. Без достаточного знания процессов обмена теплом на разделе океан — атмосфера трудно понять причины, определяющие термическую структуру вод, разобраться в механизме формирования тех или иных аномалий.

Расчет теплового баланса для залива Аляска выполнен на основе общепринятых уравнений теплового баланса. В упрощенном виде это уравнение может быть представлено:

$$Q = Q_{\odot} - R - Q_{\text{и}} \pm Q_{\tau, \sigma}, \quad (1)$$

где Q_{\odot} — суммарная солнечная радиация;

R — эффективное излучение;

$Q_{\text{и}}$ — теплоотдача при испарении;

$Q_{\tau, \sigma}$ — турбулентный теплообмен между морем и атмосферой.

В расчетном виде уравнение можно записать:

$$Q = (-0,13E - 0,8)(t_w - t_a) + 0,50Q_{\odot}^M, \quad (2)$$

где E — максимальная упругость водяного пара, мбар;

t_w — среднемесячная температура воздуха, °С;

t_a — среднемесячная температура воды, °С;

Q_M — максимальная суммарная радиация при безоблачном небе, ккал/см² в месяц.

По уравнению (2) выполнены расчеты теплового баланса поверхности залива для четырех сезонов. Все исходные данные интерполированы для сетки одноградусных квадратов. Результаты расчетов представлены в виде карт (рис. 1). Основные черты в распределении тепла (баланса тепла) между атмосферой и водной поверхностью — это хорошо выраженная зональность и увеличение потерь тепла с увеличением широты. Некоторое нарушение зональности можно заметить лишь летом. Ход изолиний во все сезоны в целом повторяет линии тока в системе Аляскинского течения [2].

Как показывают приводимые карты, тепловой баланс поверхности положителен на всей акватории залива только летом (до 10 ккал/см² в месяц в западной части залива). Весной (май) тепловой баланс поверхности положителен в южной и западной частях залива (до 9 ккал/см² в месяц). Зимой тепловой баланс залива отрицателен на

всей акватории (до 12 ккал/см² в месяц на севере залива), за исключением крайнего юга залива. Аналогичная картина наблюдается осенью. Итак, зимой и осенью с поверхности залива идет весьма интенсивная отдача тепла, а поступление тепла (положительный тепловой баланс) характерно только для лета и весны, причем оно не компенсирует тепловых потерь осенью и зимой.

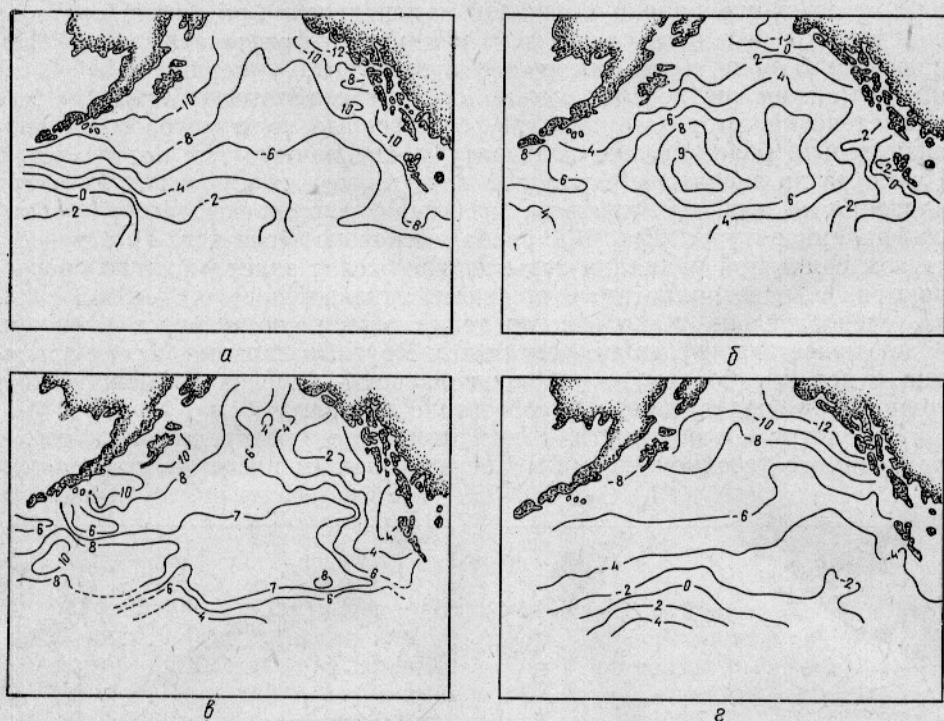


Рис. 1. Тепловой баланс поверхности (в ккал/см² в месяц):
а — зимой; б — весной; в — летом; г — осенью.

Если принимать во внимание только физические процессы, связанные с притоком тепла из атмосферы, и теплообмен поверхности моря с атмосферой, то, учитывая большую теплоотдачу зимой и осенью, можно было бы ожидать весьма значительное охлаждение поверхности. Однако фактически мы имеем довольно высокие значения температур на поверхности во все сезоны, что заставляет искать причины этого явления вне процессов, происходящих непосредственно в заливе [1].

В связи с тем что оценка адвективных факторов на основе решений уравнений гидромеханики представляется задачей весьма сложной и трудоемкой, в данной работе предлагается довольно простой и достаточно надежный способ расчета адвекции тепла. Так как теплосодержание отражает фактическое тепловое состояние вод, сформированное за счет как местных факторов, так и за счет адвекции, а влияние местных факторов может быть учтено на основе расчета теплового баланса для данного района, следовательно, можно довольно легко получить адвективную составляющую:

$$A = Q_T - Q_6, \quad (3)$$

где A — адвективная составляющая;
 Q_T — теплосодержание;
 Q_6 — тепловой баланс.

Данные о теплосодержании заимствованы из работы, выполненной ранее [1]. Все расчеты сделаны для сетки одноградусных квадратов.

Максимальная адвекция в заливе характерна для зимы и осени (18—20 ккал/см² в месяц), минимальная, не превышающая 10—12 ккал/см² в месяц, — для весны и лета.

Этот результат может показаться несколько неожиданным, но более детальное рассмотрение позволяет его объяснить. Удастся объяснить и основную причину сезонной изменчивости адвекции, которая определяется в общем случае тем, каким является течение по отношению к акватории, через которую оно проходит, — теплым или холодным. Аляскинское течение можно отнести к теплым. Зимой теплые воды течения, вторгаясь в залив, собственные воды которого имеют значительно более низкую температуру, восполняют там потери тепла. Несмотря на значительную теплоотдачу в высоких широтах, благодаря адвекции на всей акватории залива зимой удерживаются довольно высокие температуры. Летом картина несколько меняется. Под воздействием солнечной радиации воды верхнего слоя залива хорошо прогреваются, а воды, приносимые течением, лишь немного теплее вод залива, следовательно, и количество тепла, вносимого в залив течением, будет менее значительным, чем зимой. Другими словами, вклад адвекции будет тем больше, чем больше разность температур между вторгающимися водами и водами собственно залива.

Рассмотрим особенности географического распределения тепла, приносимого течением (рис. 2). Согласно нашим расчетам, отдача теп-

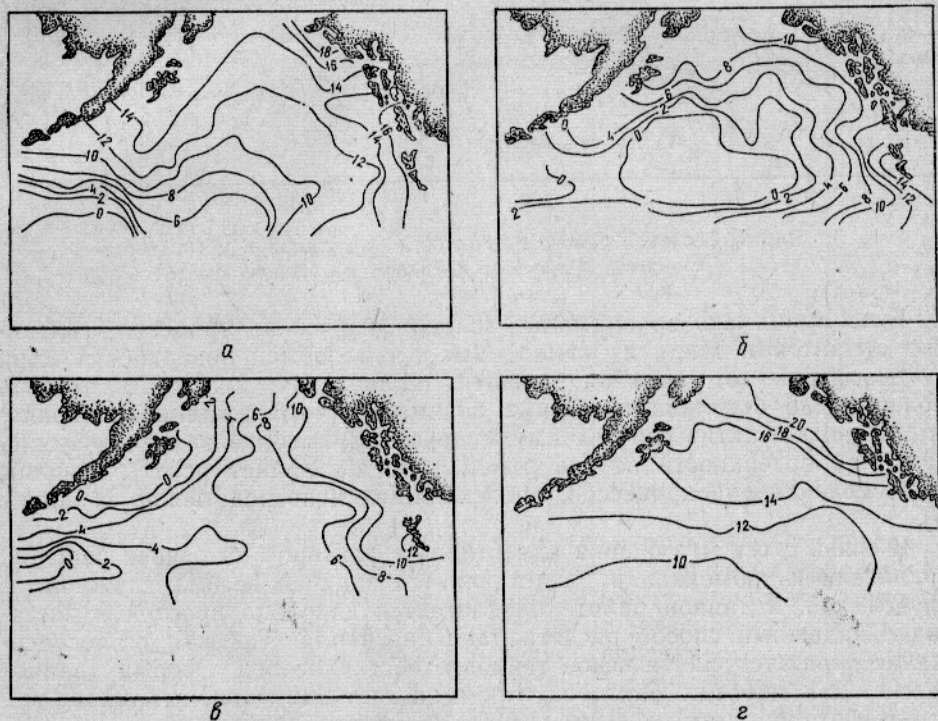


Рис. 2. Адвекция тепла на поверхности (в ккал/см² в месяц):
а — зимой; б — весной; в — летом; г — осенью.

ла водами течения (на примере зимы) идет следующим образом (см. рис. 2, а). Течение входит в залив с юго-востока, т. е., как мы указывали выше, в наиболее теплую его часть (температуры до 8°С). Контраст между водами юго-восточной части и водами течения незначи-

телен, следовательно, и отдача тепла, приносимого течением, идет медленно. По мере движения вод на север, вдоль берегов Америки, где окружающие воды имеют более низкую температуру, отдача тепла усиливается и достигает максимума на севере залива — до 18 ккал/см² в месяц, причем значительная его доля поступает в атмосферу (до 13 ккал/см² в месяц). Охлажденные воды Аляскинского течения при движении на юго-запад отдают несколько меньше тепла, и разность между температурами вод течения и окружающими водами уменьшается. Южнее островов Унимак и Унилашка, где собственные воды залива имеют весьма низкие температуры, снова наблюдается интенсивная отдача тепла течением, однако сюда поступает уже только 8—10 ккал/см² в месяц.

Совершенно аналогичная в качественном отношении картина переноса тепла течением характерна и для других сезонов. Изменяются лишь абсолютные значения тепла, приносимого течением в те или иные районы. Зимой на 50° с. ш. в районе 160—165° з. д. можно выделить область, где воды течения не отдают, а отбирают тепло от окружающих вод. В этом небольшом районе отмечается зимой положительный тепловой баланс, превышающий адвекцию тепла течением. Подобная картина, но на несколько большей площади, прослеживается и весной. Это связано, как уже было сказано, с положительным тепловым балансом и с тем, что воды, приносимые течением, попадают в западную часть залива, отдав почти полностью весь запас тепла. Летом отрицательная адвекция тепла объясняется относительно высоким положительным тепловым балансом.

Выводы

1. Основную роль в тепловом состоянии вод залива Аляски играет адвекция тепла Аляскинским течением. Во все сезоны года адвекция тепла в несколько раз превышает поступление его за счет местных факторов. Так, даже летом принос тепла течением в 2—3 раза превышает поступление его за счет солнечной радиации.

2. Есть все основания считать, что особенности термического режима вод залива в первую очередь связаны с динамическим состоянием Аляскинского течения и его изменчивость (внутригодовая или межгодовая) практически однозначно определяет изменчивость термических условий в заливе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Черный Э. И. Сезонная изменчивость тепло- и соледержания деятельного слоя вод залива Аляска. — «Известия Тинро», 1967, т. 60, с. 163—173.
2. Черный Э. И. Сезонная изменчивость течений в заливе Аляска. Особенности распределения кислорода и фосфатов в заливе Аляска. Владивосток, Дальиздат, 1968. 34 с.

The role of local and advective factors in formation of thermal conditions in the North-West Pacific

E. I. Cherny

SUMMARY

Thermal conditions are an important factor affecting the distribution of commercial species and biological productivity of waters. In order to understand peculiarities of the thermal field it is necessary to ascertain roles of local and advective factors affecting it. Seasonal calculations of the thermal balance in the Gulf of Alaska and estimated values of the advective component obtained as a difference between the actual heat content of waters and thermal balance are given. Some conclusions are made on the decisive role of the intensity of the Alaska current, its seasonal and annual variability in formation of principle characteristics of the thermal regime in the Gulf.