

Экспедиционных наблюдений на гидрологических станциях с 1872 по 1972 г. Для открытой части океанов к северу от параллели 30° ю. ш. данные осреднялись по пятиградусным квадратам, а к югу от нее — по десятиградусным. При отсутствии наблюдений (в отдельных районах южного полушария) производилась экстраполяция данных». В районах течений принята одноградусная схема осреднения.

Кроме того, на 70—100-летних интервалах времени наблюдаются многолетние циклы изменения сезонного хода температуры воды в океане.

Поэтому сравнение текущей температуры поверхности океана, полученной с ИСЗ ИК-радиометром, со среднеклиматическими данными может лишь ввести в заблуждение.

2. Согласно теореме Ляпунова, для того чтобы функция распределения суммы случайных величин сходилась к нормальному закону распределения, необходимо выполнение следующих условий: а) случайные величины должны быть взаимно независимые (согласно Гнеденко допускается слабая зависимость); б) слагаемые должны быть малы и иметь одинаковый порядок величины; в) число слагаемых должно быть велико.

Однако в некоторых докладах сходимость к нормальному закону распределения обосновывается только большим числом слагаемых и ничего не говорится о выполнении двух других условий.

Условные обозначения

h — высота морской волны,
 \bar{h} — средняя высота морской волны,
 Λ — длина морской волны,
 Λ — средняя длина морской волны,
 T — период морских волн,
 λ — длина электромагнитной волны,
 g — ускорение свободного падения.

В. А. НИКАНОРОВ, А. М. СВЕТЛИЦКИЙ

СПОСОБЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПОДСПУТНИКОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭТАЛОННЫХ ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ НА КОНТРОЛЬНО-КАЛИБРОВОЧНОМ ПОЛИГОНЕ

Контрольно-калибровочный полигон (ККП) представляет собой район моря или океана, характеризующийся определенными диапазонами и динамикой пространственно-временной изменчивости полей гидрометрических параметров, обеспеченный комплексом контрольно-калибровочных измерительных средств, система сбора и обработки информации и средствами организации подспутниковых измерений с целью получения эталонных гидрофи-

4

поля с площади S_n ; $F(S_n^*)$ — максимальный критерий гидрофизического параметра поля, полученный дистанционным зондированием, с площади S_n^* ; $F(S_n^{**})$ — минимальный критерий гидрофизического параметра поля, полученного дистанционным зондированием, с площади S_n^{**} ; при этом $S_n^* = S_n^{**}$.

Рассмотрим возможные способы организации подспутниковых полигонных измерений для создания эталонного гидрофизического поля, поскольку от применения того или иного способа зависит структура погрешности эталонного поля. Организация подспутниковых полигонных измерений может быть осуществлена синхронным, квазисинхронным или комбинированным способом.

Одним из способов организации подспутниковых измерений на ККП могут служить автономные буйковые станции (АБС), установленные в узлах заданной регулярной сетки измерений, с возможностью передачи данных измерений по радио или акустическим каналам на приемный центр обработки информации. Известные трудности заключаются в организации, практическом осуществлении и эксплуатации такой сети с большим количеством АБС. Кроме того, сеть АБС, созданная в определенной части акватории моря или океана, является статичной, что ограничивает возможность оперативного выбора акваторий ККП с однородными гидрофизическими полями. Однако такой способ обладает и рядом достоинств, в том числе таких, как всепогодность и возможность организации подспутниковых измерений, синхронных с неконтактными дистанционными, что позволяет исключить влияние временной изменчивости поля.

Другим способом организации подспутниковых измерений является использование самолетных информационно-измерительных комплексов (СИИК), базирующихся на прибрежных морских и океанических ККП и проводящих измерения по заданной регулярной сетке галсов. СИИК оборудуются многоканальными приборами дистанционного зондирования поверхности воды в различных спектральных участках электромагнитного излучения. При этом необходимо проводить оценку погрешности неконтактных дистанционных измерений в нескольких реперных точках акватории полигона с целью определения однородности атмосферы между датчиком неконтактного дистанционного прибора и поверхностью воды. Высота полета СИИК выбирается из условия минимального воздействия столба атмосферы на результаты дистанционного зондирования поверхности воды. В качестве таких реперных точек могут быть использованы АБС или данные быстрходных научно-исследовательских судов (НИС) на подводных крыльях типа «Комета», оборудованных неконтактными и контактными средствами измерений.

Для создания эталонного гидрофизического поля может быть использован также вертолетный информационно-измерительный комплекс (ВИИК) с возможностью проведения контактных дистанционных измерений с помощью опускаемого зонда при зави-

6

зических полей, необходимых для оценки погрешностей данных дистанционного зондирования поверхности океана. При этом определение погрешности заключается в сравнении по выбранным критериям поля гидрофизического параметра, полученного дистанционным зондированием, с эталонным гидрофизическим полем, созданным по результатам подспутниковых измерений на ККП.

Под эталонным гидрофизическим полем будем понимать созданное поле гидрофизических параметров, полученных с площади S_n по данным синхронных, квазисинхронных или комбинированных способов организации подспутниковых измерений в узлах или галсах заданной регулярной сетки измерений на акватории ККП, с абсолютной погрешностью не хуже заданной $\epsilon_{\text{эТ}}$ и гарантированной доверительной вероятностью $P_{\text{эТ}}$. Эталонное поле будем характеризовать критерием $F_{\text{эТ}}$, в качестве которого принимается средний измеряемый гидрофизический параметр поля с площади S_n . Тогда погрешность ϵ неконтактных дистанционных измерений гидрофизического поля можно оценить при помощи эталонного поля исходя из следующего выражения:

$$\epsilon = F_n - F_{\text{эТ}}$$

где F_n — критерий гидрофизического поля, полученный дистанционным зондированием с акватории площадью S_n .

Так как

$$F_{\text{эТ}} = F_n + \epsilon_{\text{эТ}}$$

то истинная погрешность ω неконтактных дистанционных измерений будет иметь вид

$$\omega = F_n - F_n = \epsilon + \epsilon_{\text{эТ}}$$

где F_n — истинный критерий гидрофизического параметра поля с площади S_n ; $\epsilon_{\text{эТ}}$ — абсолютная погрешность эталонного поля. Очевидно, что, устремляя $\epsilon_{\text{эТ}} \rightarrow 0$, мы получаем $\omega \rightarrow \epsilon$.

Заметим, что полученное выше выражение для определения погрешности ω справедливо при $S_n = S_n$ и при совпадении центров этих площадей. На практике из-за погрешностей координат привязки дистанционных и полигонных измерений трудно осуществить выполнение этих условий. Поэтому площадь S_n выбирается из условия перекрытия площади S_n , т. е. $S_n > S_n$, с доверительной вероятностью P_n , которую в дальнейшем принимаем равной единице.

При таком подходе вносится дополнительная погрешность из-за пространственной неоднородности эталонного поля, которую необходимо учитывать. Тогда общий вид погрешности дистанционных измерений может быть представлен как

$$\omega = \epsilon + \epsilon_{\text{эТ}} + \epsilon_{\text{п.н}} = \epsilon + \Delta,$$

где $\epsilon_{\text{п.н}}$ — абсолютная погрешность, обусловленная пространственной неоднородностью эталонного гидрофизического поля.

Погрешность $\epsilon_{\text{п.н}}$ определяется из выражения

$$\epsilon_{\text{п.н}} = \max \{ \text{mod} [F(S_n^*) - F(S_n)], \text{mod} [F(S_n^{**}) - F(S_n)] \},$$

где $F(S_n)$ — критерий гидрофизического параметра эталонного

5

сани вертолета над поверхностью воды и неконтактных дистанционных многоканальных измерений поверхности акватории ККП. ВИИК обладает достаточной гибкостью и динамичностью и может быть использован для съемки на различных участках акватории ККП. При этом ВИИК в сравнении с СИИК имеет более широкие возможности базирования, например на прибрежных морских и океанических ККП, стационарных и плавучих платформах, НИС и др. Научно-исследовательские суда, оборудованные ВИИК, обладают достаточной мобильностью и могут быть использованы для создания эффективной сети океанических ККП.

Способ организации квазисинхронных подспутниковых измерений с помощью ВИИК и СИИК не является всепогодным и требует также учета влияния временной изменчивости поля на результаты измерений по пространственным координатам регулярной сетки галсов относительно времени пролета спутника над полигоном.

Широкие возможности для организации подспутниковых полигонных контактных измерений, синхронных с пролетом спутника, предоставляет использование океанографических приборов разового действия (ПРД), которые сбрасываются с самолетного или вертолетного носителя в узлах регулярной сетки измерений. Такой подход к организации полигонных измерений имеет ряд преимуществ перед сетью АБС. К главным из них можно отнести мобильность и возможность охвата значительных площадей различных участков акватории ККП в короткие отрезки времени, простоту организации сети ПРД.

Комбинирование синхронных и квазисинхронных способов организации подспутниковых измерений позволяет экономически эффективно использовать сильные стороны того и другого способа, осуществляя охват измерениями по регулярной сетке значительных площадей полигона и сводя к приемлемому уровню влияние временной изменчивости поля на погрешность создаваемого эталонного гидрофизического поля на акватории ККП.

Выбор того или иного способа организации подспутниковых измерений должен определяться его эффективностью в данных условиях и требованием к качеству создания эталонных гидрофизических полей с учетом конкретных условий данного района океана, выбранного в качестве акватории ККП.

Проведенные исследования на Черноморском ККП по созданию эталонного поля поверхностной температуры (ПТ) воды с помощью ВИИК, оборудованного ИК-радиометром, показали, что получаемый результат главным образом зависит от высоты полета: отклонение значений ПТ на высотах 100, 400 и 600 м от аналогичных значений на высоте 20 м составило соответственно 0,1—0,4; 0,2—1,4 и 0,6—1,9°C. Эти данные говорят в пользу снижения высоты полета авионисителей при организации полигонных измерений.

7