

ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ТЕРМОПРОФИЛЕМЕРОВ

П.В.Гайский

Морской гидрофизический институт
НАН Украины

г. Севастополь, ул. Капитанская, 2

E-mail: oaoi@alpha.mhi.iuf.net

Создание распределенных датчиков температуры, термопрофилемеров, и получение с помощью них качественно новых измерительных данных о непрерывных профилях температуры в средах поставило задачу по получению и первичной обработке такой информации. Широкие и еще не до конца исследованные возможности термопрофилемеров по контролю других параметров среды, напрямую связанных с температурными полями, можно оценить только вследствие многосторонней и качественной обработки таких измерений.

В результате решения этой задачи были разработаны и внедрены новые уникальные для данного прибора алгоритмически-программные методы обработки и отображения измерительной информации. Созданная на их основе полнофункциональная диалоговая программная система позволяет провести полный спектр первичных операций, связанных с градуировкой датчиков, сбором и регистрацией данных термопрофилемеров.

Прием как измерительной, так и градуировочной информации осуществляется в цифровых последовательных кодах на порт RS 232 персонального компьютера. Расшифровка кадра позволяет в реальном масштабе времени определять по выходным данным АЦП (в данном случае 20 разрядов) и путем эталонной корректировки с использованием линейной или полиномиальной интерполяции значение сопротивления каждого из проводников датчика. В программе реализованы алгоритмы градуировки, подробно описанные в [1,2]. Нахождение градуи-

ровочных коэффициентов для каждого распределенного участка датчика осуществляется решением систем линейных уравнений по методу Гаусса с выбором главного элемента. Расчетное время с использованием метода Гаусса составляет приблизительно $0.005 \cdot n \cdot m$ секунд на ПЭВМ с процессором 486DX2 и тактовой частотой 66 МГц, где n -число неизвестных в системе, а m -количество систем. Существующий в программе алгоритм проверки полученных результатов градуировки показал более высокую точность этого метода по сравнению с другими методами Гаусса и итераций при решении поставленной задачи. Подстановка результатов вычислений в исходные системы уравнений показывает нулевые погрешности расчетов для установленной точности сопротивлений термочувствительных проводников и измеряемой температуры. Так как процесс градуировки термопрофилемера осуществляется многократным помещением датчика в различные установившиеся профили температур, контролируемые платиновым эталоном, то и качество градуировки сильно зависит от стабильности этих профилей в течение определенного интервала времени. Возможность выбора таких интервалов в диалоге с оператором ПЭВМ осуществлена в программном пакете на основе численно-графического отображения всей входной кодовой информации (Рис.1).

Программный блок, отвечающий за измерения температуры с помощью термопрофилемеров, содержит в себе различные алгоритмы отображения измерительной информации как в реальном времени, так и в режиме имитации из ранее записанного кодового файла данных. Имеется блок ручной корректировки градуировочных коэффициентов. Таким образом, для наиболее полного и наглядного отображения температурных процессов, происходящих в среде контроля распределенным

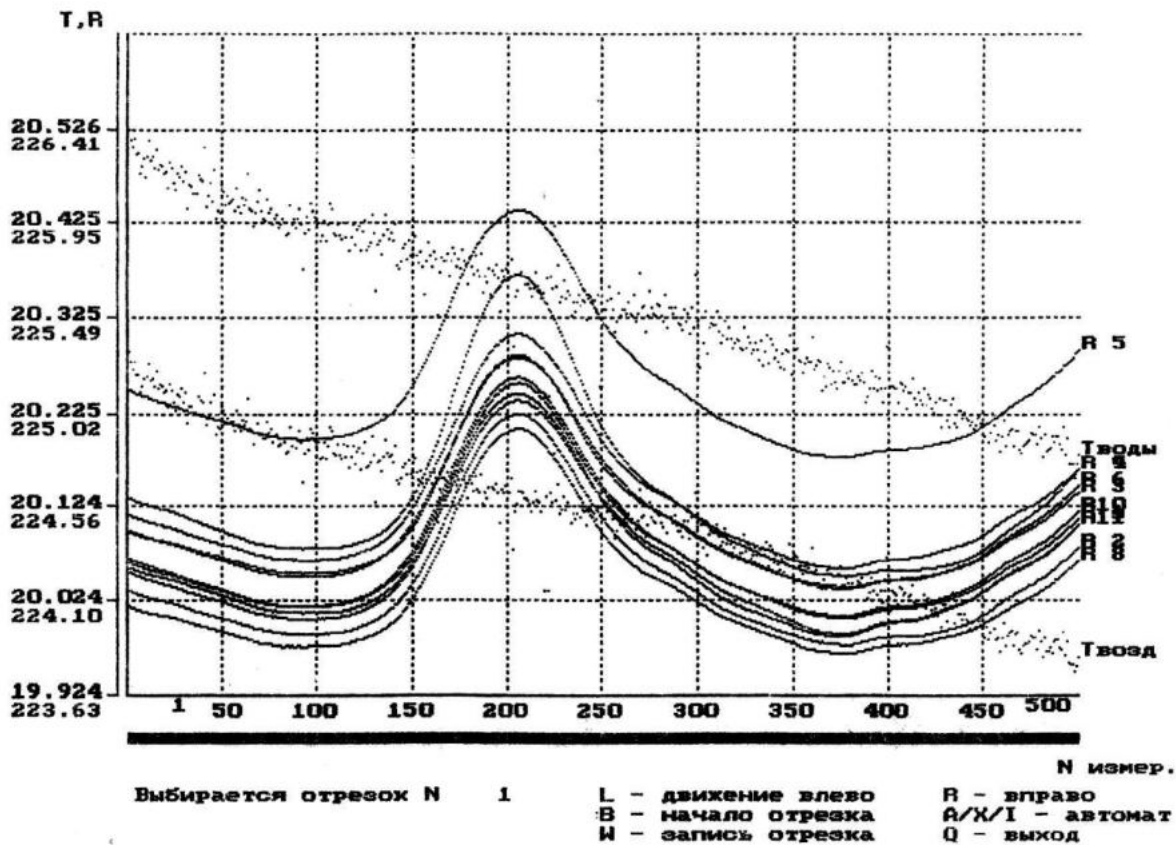


Рис.1 Графическое отображение данных при градуировке термопрофилемера

датчиком, было определено и реализовано пять способов:

- 1) Численно-графический режим, в котором в виде столбчатых диаграмм в автоматическом или заданном диапазоне шкалы отображаются мгновенные профили температуры на всех участках датчика и соответствующие им численные значения температуры с заданной точностью (Рис.2). При этом во время вывода на экран дисплея ПЭВМ существует возможность мгновенного переключения с параметра температуры, на численный контроль кодов, сопротивлений проводников, шумовых составляющих температуры и кодов всех участков и проводников распределенного датчика.
- 2) Режим временного графического отображения, когда значения измерения, когда значения измеренной температуры отоб-

ражаются графиками различных цветов на температурно-временной шкале, что позволяет увидеть изменчивость на каждом из участков (Рис.3).

- 3) Режим графического отображения в изолиниях температуры заданной шкалы, который посредством линейной интерполяции между соседними участками датчика для каждого профиля позволяет произвести прорисовку точек цветных изолиний. Здесь масштабирование участков может меняться от и до (Рис.4). Несмотря на то, что для каждого мгновенного профиля температуры интерполяция и прорисовка производится независимо, на экране дисплея изолинии имеют непрерывный непрерывающийся замкнутый характер, что является как контролем так и доказательством истин-

ности измерений температурных полей среды.

- 4) Режим графического отображения в виде наложения изолиний и скоростей позволяет одновременно наблюдать как изолинии температуры режима 3) так и области различных скоростей изменения температуры в среде, которые строятся по тому же алгоритму что и изолинии, но отображаются на экране дисплея как закрашенные в различные цвета по заданной шкале пятна (Рис.5).
- 5) Режим графического отображения скоростей смещений в пространстве позволяет в заданной шкале-цвете отобразить области пространственных скоростей в среде посредством предварительного неотображаемого на экране дисплея построения большого числа изолиний температуры и анализа их смещения в пространстве (Рис.6).
- 6) Режим позволяет рассчитать и отображать для измеряемого профиля температуры и заданного или параллельно измеряемого другими датчиками профиля солености изолинии плотности.

Во время работы любого из режимов кроме того существует возможность записи-дозаписи измерительных и вычисленных данных в файл с дальнейшим его преобразованием в текстовый выходной файл данных в формате пригодном для построения графиков и изолиний в таких пакетах как Grapher, Excel и др. Кроме того программа позволяет в послерабочем более наглядном масштабируемом графическом виде просмотреть ход изменения температуры во времени на любом из участков распределенного датчика или сопротивления заданного проводника. Вычисление производных при определении скоростей осуществляется по формуле численного дифференцирования по семи точкам :

$$V = \frac{x_3 - 9x_2 + 45x_1 - 45x_{-1} + 9x_{-2} - x_{-3}}{60 \cdot \Delta t}, \quad (1)$$

где V - производная (скорость) изменения температуры или смещения в пространстве для центральной точки x_0 ; x_i - значение параметра в точке i и Δt - временной интервал (период опроса датчика) измерения,

что исключает влияние на результат возможных высокочастотных шумов и сбоев. При интерполяционном расчете сопротивлений проводников датчика по кодам используются пять эталонов, значения которых лежат в диапазоне дрейфа в зависимости от температуры.

Программный пакет и реализованные в нем алгоритмы прошли проверку в реальных экспедиционных и лабораторных условиях. С помощью распределенно-модулированных датчиков - термопрофилемеров были собраны и обработаны уникальные измерительные данные по измерениям температуры в водной и воздушной средах. Полученные графики и изолинии позволили более полно оценить возможности термопрофилемеров для определения таких параметров морской среды как амплитуда и период внутренних волн, теплозапаса, вертикальных скоростей, поверхностного волнения и уровня раздела сред.

Пакет обладает своим графическим диалоговым интерфейсом и работает в операционных системах MS Dos и Windows. Некоторые режимы обработки и графического отображения измерительной информации требуют больших вычислительных ресурсов, поэтому режимы 3) - 6) в реальном масштабе времени измерений удовлетворительно без потерь кадровой входной информации, поступающих с частотой до 1Гц, будут работать на ПЭВМ класса Pentium. Не смотря на это все базовые функции программы удовлетворительно исполняются на ПЭВМ 386SX-33 RAM 1Mb.

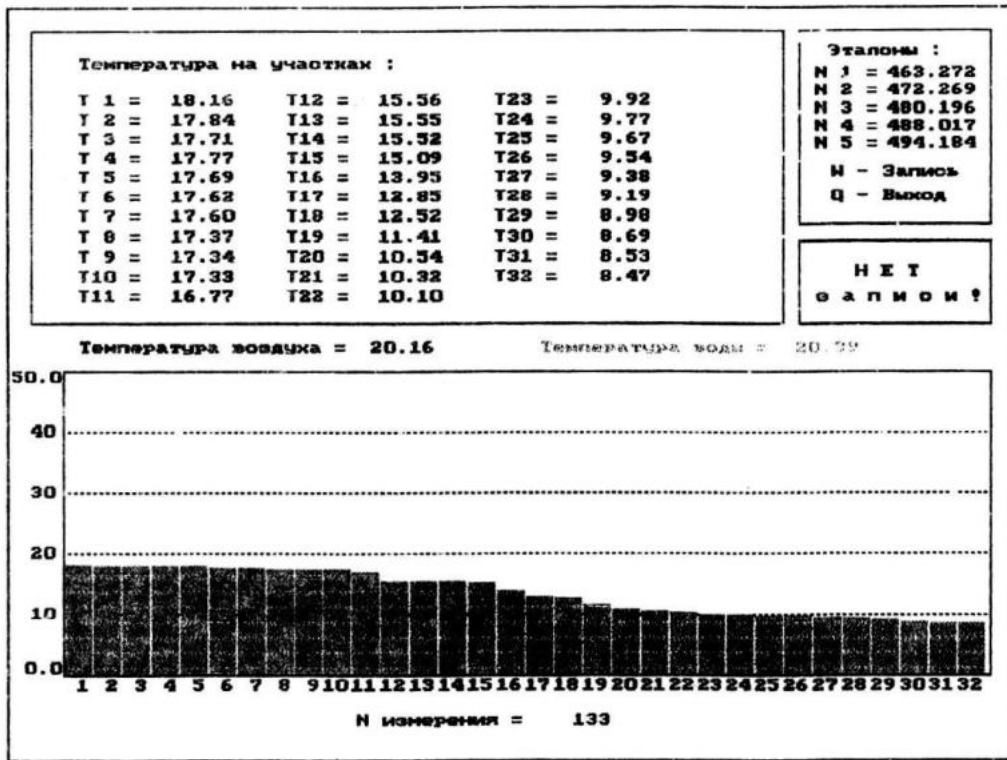


Рис.2 Численно-графический режим отображения измерительной информации мгновенных профилей температуры

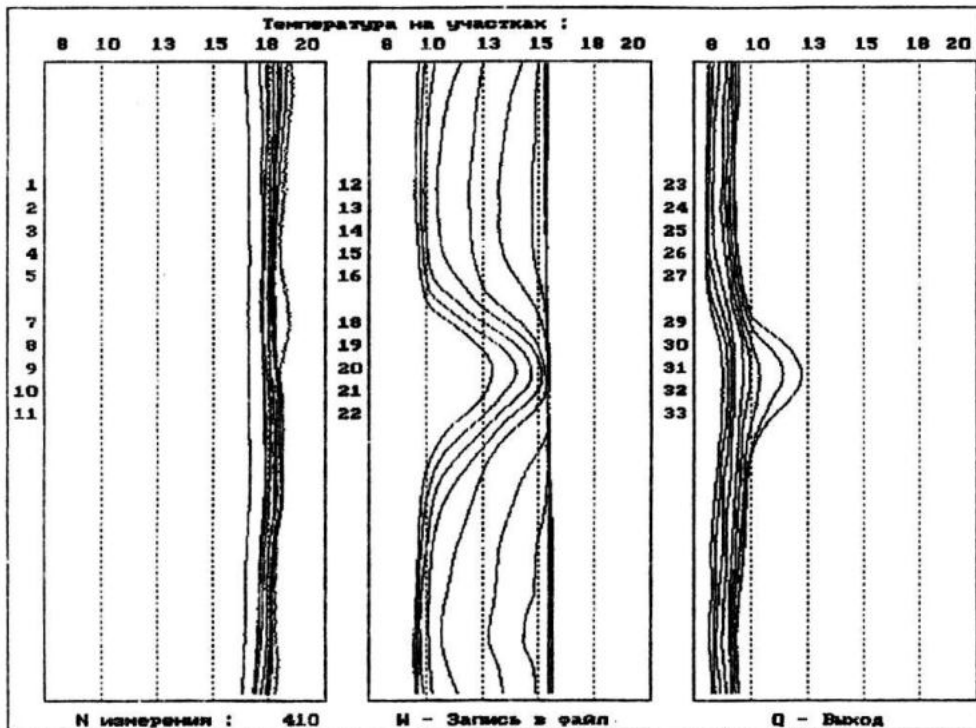


Рис.3 Режим отображения временного хода температуры на участках датчика

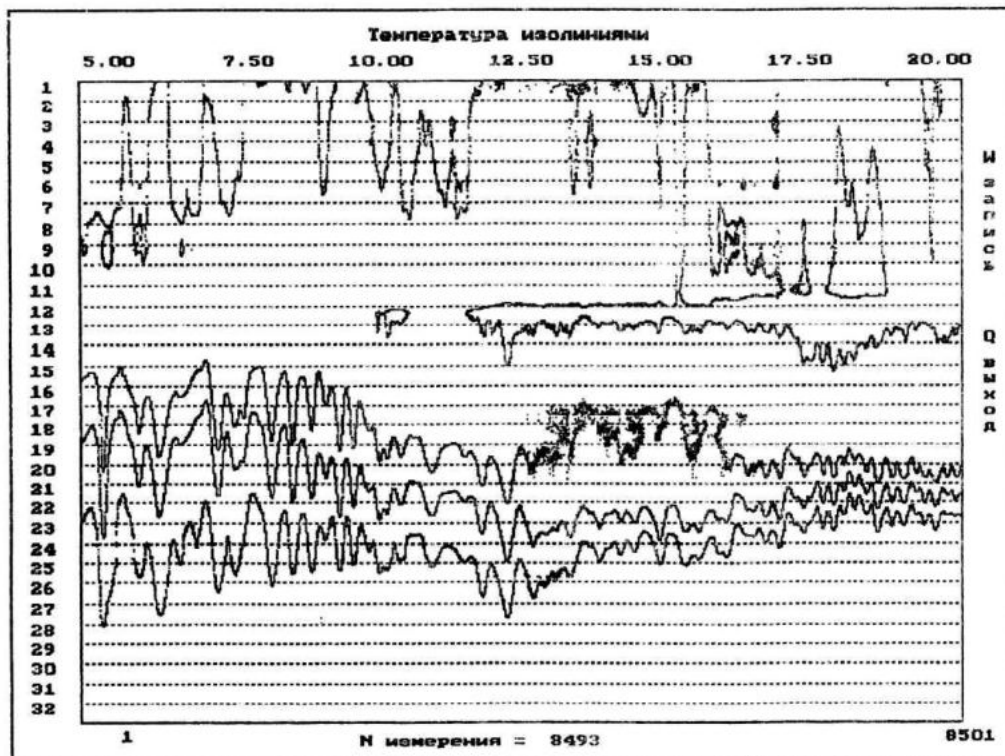


Рис.4 Режим отображения изолиний температуры

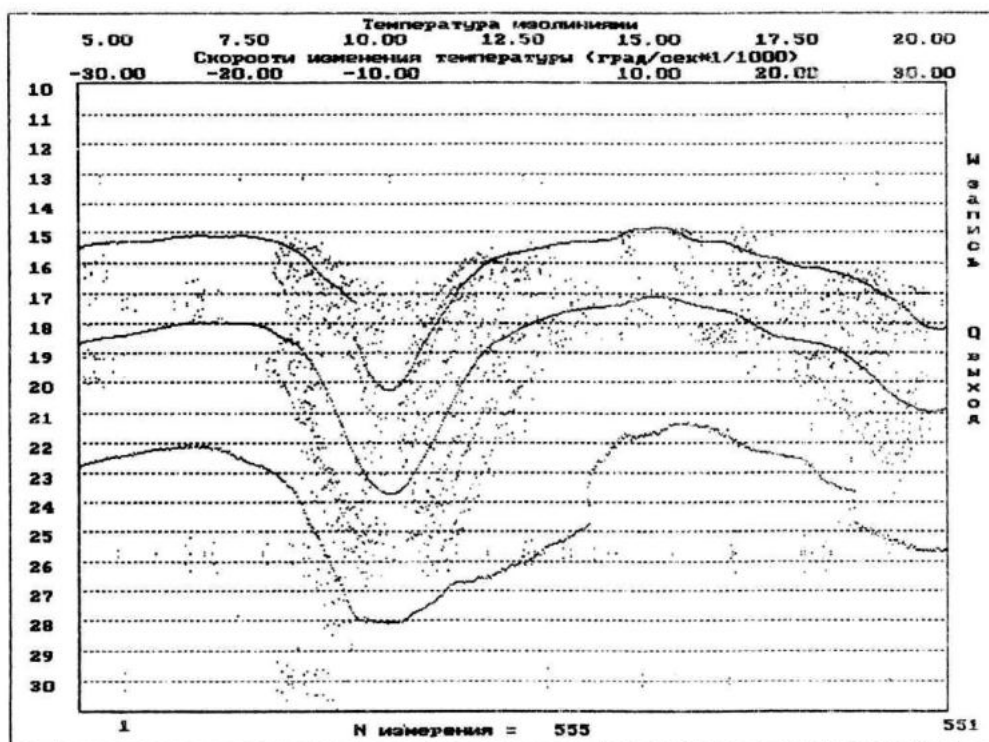


Рис.5 Режим отображения изолиний температуры и скоростей изменения температуры

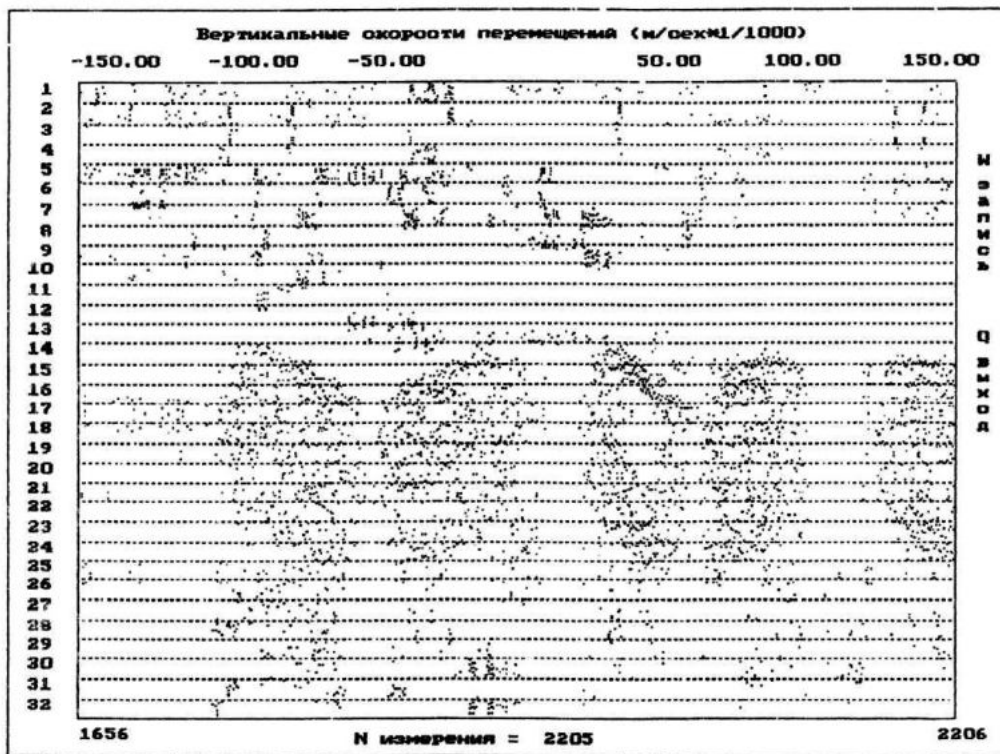


Рис.6 Режим отображения изолиний скоростей смещения изолиний температуры

ЛИТЕРАТУРА

1. Гайский В.А., Егупов Н.Д., Корнюшин Ю.П. Применение функций Уолша в системах автоматизации научных исследований // -К.: Наукова думка, 1993.-210с.

2. Гайский В.А. Принципы построения распределенных профилемет-

ров температуры на базе разложений по ортогональным полиномам // Автоматизация научных исследований морей и океанов. Тезисы докл. 5-ой Всесоюзной школы. Севастополь, 1980.