

Н.Г. Зябко  
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

## КОРРЕКЦИЯ АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МОДЕЛЬНЫХ И НАТУРНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Типовая статистическая обработка сигналов часто является чувствительной к выбросам случайных процессов [1]. Из-за этого хорошо проработанный алгоритм, отлаженный на модели, может быть совершенно неработоспособным при использовании в реальных условиях и наличии на объектах непредусмотренных заранее выбросов и отклонений в наблюдаемых процессах, их параметрах и характеристиках. Более того, даже если разработанный алгоритм хорошо показал себя на нескольких реальных объектах, то есть вероятность, что на следующем объекте проявится какой-либо фактор, который приведет к полной неработоспособности алгоритма.

При обнаружении каких-либо возмущающих факторов, желательно устранить или ослабить их физически: применить дополнительную экранировку и заземление, изменить местоположение прибора или источника помехи, др. Однако, часто не представляется возможным выполнить такие действия, либо они не приносят нужного результата. В любом случае, если известен какой-либо новый возмущающий фактор, то желательно, кроме физического ослабления его влияния, сделать алгоритм более робастным к обнаруженным помехам [2] (под робастностью понимаем нечувствительность к различным отклонениям и неоднородностям в выборке, связанным с теми или иными, в общем случае неизвестными, причинами [3]).

Характерным примером является замена усредняющих фильтров на комбинацию медианных и усредняющих фильтров при наличии коротких мощных импульсов в наблюдаемых процессах (см. рисунки 1 и 2). Известно, что медианная фильтрация является существенно более робастной, чем линейная фильтрация. Однако следует учитывать, что медианная фильтрация, как и практически любая робастная фильтрация, является нелинейной [4]. При плохо продуманной процедуре, это приводит к множеству неприятных эффектов.

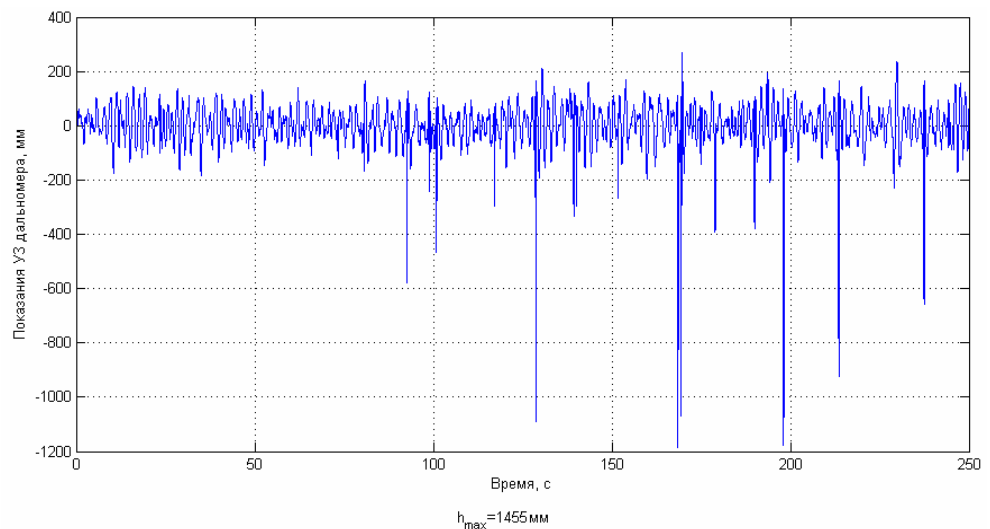


Рис. 1. Показания ультразвукового датчика без корректировки выбросов

Наиболее неприятный эффект – искажение спектра сигнала, появление новых спектральных компонент. Типовая инженерная практика заключается в том, что нелинейные процедуры, такие как вычисление медиан, ограничение выбросов и др., выполняются на высокой частоте обработки, затем выполняется линейная фильтрация с существенным сужением полосы процесса. При этом нелинейность «размазывается» и по времени, и по частоте, а в результате нежелательные эффекты нелинейной обработки на выходе почти незаметны при существенном снижении влияния выбросов. Расчет линейных фильтров можно выполнить с помощью пакетов проектирования фильтров в среде Matlab [5].

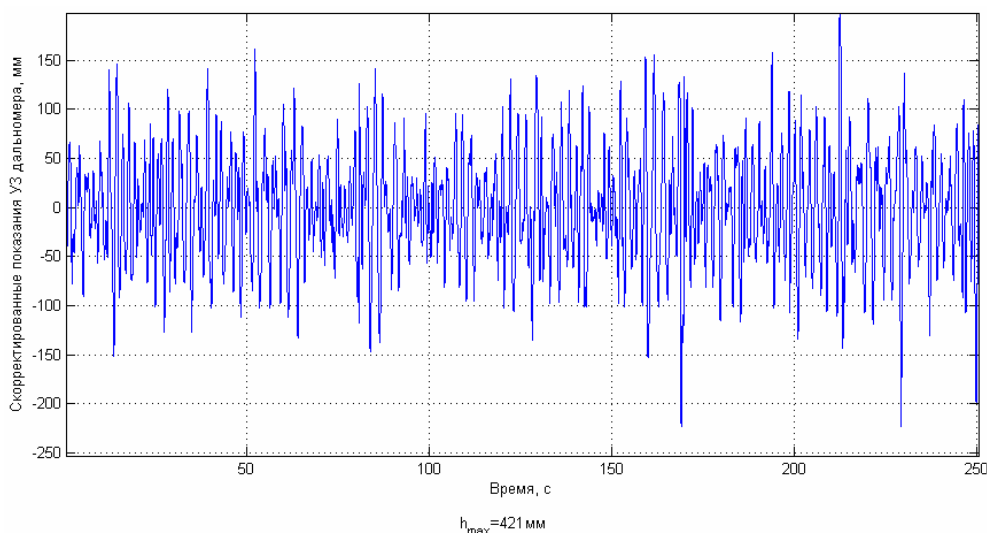


Рис. 2. Показания ультразвукового датчика с корректировкой выбросов

Другим примером вынужденного повышения робастности является обнаруженные сбои в линии передачи данных от удаленного измерительного модуля к центральному компьютеру. Из-за импульсов, действующих на длинную линию, выбивались отдельные показания отдельных датчиков. И даже при наличии в протоколе обмена контрольных сумм и других защит от прохождения неверных данных, периодически можно наблюдать ложные данные. В судовых системах автоматизированного контроля, обычно в одном пакете сгруппированы данные разнородных датчиков. Поэтому отфильтровать выбросы, вызванные сбоями в передаче данных, можно с помощью многопараметрического фильтра, который при наличии запредельных показаний по одному-двум датчикам корректирует все показания в пакете, заменяя их медианами, предыдущими показаниями или исключая их из рассмотрения.

Интересным случаем является появление у ультразвукового датчика дальности переотражающей поверхности. При этом датчик фиксирует периодически смещение базы на несколько метров. Достаточно красивое решение дает медианная фильтрация (или ограничение) дифференциала процесса с последующим интегрированием (см. рисунки 3 и 4).

Рассмотренные примеры показывают необходимость проведения коррекции алгоритмов обработки волновых процессов по результатам различных испытаний, т.к. большинство типов помех заранее предугадать сложно, а избавиться от них впоследствии затруднительно. Следует отметить, что полностью избавиться от влияния случайных выбросов на показание системы автоматизированного контроля довольно затруднительно, однако изначально хорошо продуманный алгоритм обработки, обычно можно «вылечить» робастными «заплатками», а вот плохо продуманный алгоритм,

возможно, придется менять целиком, или же существенно корректировать аппаратную часть.

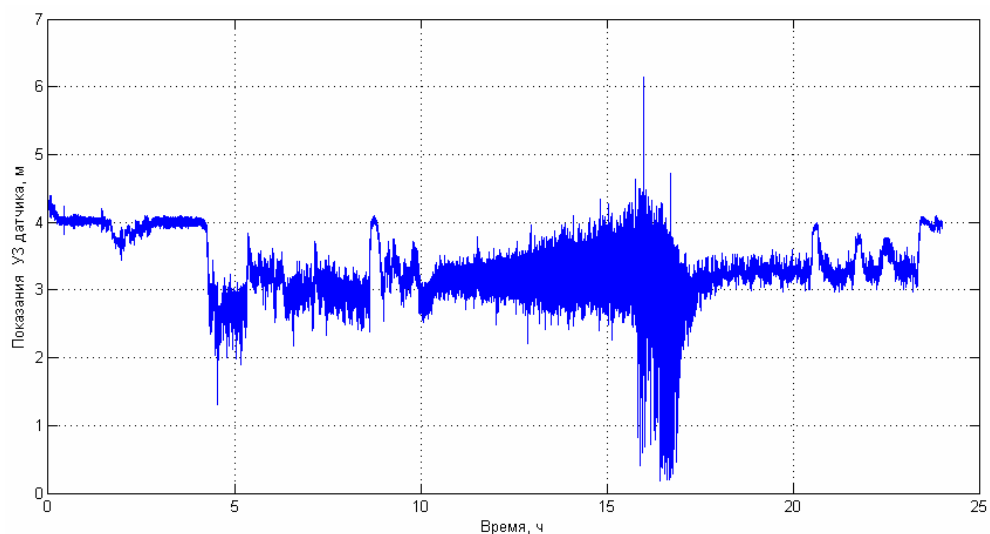


Рис. 3. Показания ультразвукового датчика без корректировки

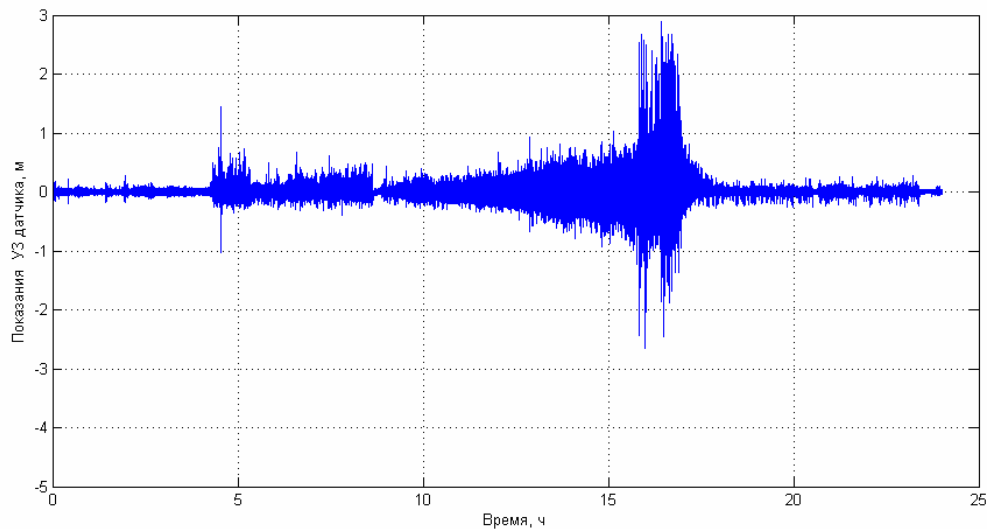


Рис. 4. Показания ультразвукового датчика после корректировки

**Список литературы:**

[1] Тихонов В.И. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем: Учеб. пособие для вузов / В.И. Тихонов, В.Н. Харитонов. – М.: Радио и связь, 1991. – 608 с.: ил. – ISBN 5-256-00789-0.  
[2] Робастные методы статистического анализа навигационной информации / Под ред. И.В. Челпанова. – Л.: ЦНИИ «РУМБ», 1985. – 206 с.  
[3] Хьюбер Дж. П. Робастность в статистике: Пер. с англ. / Дж. П. Хьюбер. – М.: Мир, 1984. – 304 с., ил.  
[4] Васильев В.Н. Компьютерная обработка сигналов в приложении к интерферометрическим системам / В.Н. Васильев, И.П. Гуров. – Спб.: БХВ – Санкт-Петербург, 1998. – 240 с., ил. – ISBN 5-8206-0001-0.

[5] Дьяконов В.П. MATLAB 6.5 SP1/7+Simulink 5/6. Обработка сигналов и проектирование фильтров / В.П. Дьяконов. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2009. – 576 с.ил. – (Серия «Библиотека профессионала»).

О.К. Зяблов, Е.В. Фунтикова  
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

## АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РАСЧЕТ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ХАРАКТЕРНЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ДЕФЕКТОВ В ПРОЦЕССЕ ГРАФИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ РЕМОНТА

С целью реализации автоматизированного проектирования технологических процессов судоремонтного производства на кафедре «Проектирования и технологии постройки судов» ФБОУ ВПО ВГАВТ ведутся работы по графическому моделированию объектов ремонта с экспликацией характерных дефектов для основных элементов судна [1, 2].

Для отображения эксплуатационных дефектов с учетом их основных параметров на растяжке корпуса, выполненной в системе AutoCAD, написана программа на языке Visual LISP (основном языке создания дополнительных возможностей пользователя, работающего в среде графического процессора AutoCAD). Фрагмент программы приведен на рисунке 1.

```

(Visual LISP для AutoCAD «Растяжка v02.dwg» - [cement.LSP]
Файл Правка Поиск Вид Проект Отладка Сервис Окно Справка
car
)
(defun c:cement(/ P1 P2 X1 X2 Y1 Y2 на об)
; Подпрограмма нанесения цементной заделки
(begin_activex)
(setq P1 (getpoint "Введите первый угол цементной заделки \n"))
      P2 (getpoint "Введите второй угол цементной заделки \n"))
(setq X1 (nth 0 P1) X2 (nth 0 P2) Y1 (nth 1 P1) Y2 (nth 1 P2))
(setq на (mas (list X1 X2 X2 X1 X1) (list Y1 Y1 Y2 Y2 Y1)))
; Изображение контура и площади дефекта
(setq об (vla-AddPolyline model_space на))
; Нанесение условного обозначения в виде штриховки
(command "--штрих" "с" "DOTS" "о" об)
)

(defun mas(X Y / a w s d)
(setq a (length X)) ; количество элементов в массиве
(setq s (cons 0 (1- (* 3 a)))) ; размер безопасного массива
(setq i 0 d '())
; получения массива чисел
(while (/= (nth i X) nil)
(setq d (append d (list (nth i X) (nth i Y) 0.0)))
(setq i (1+ i)))
(setq w (vlax-safearray-fill (vlax-make-safearray vlax-ubDouble s) d))
::: (setq mas w)
)
    
```

Рис. 1. Пример программы нанесения изображения цементной заделки на растяжку наружной обшивки корпуса судна.

В процессе программной адаптации интерфейса системы AutoCAD создана панель «Дефекты корпуса» с шаблонами (примитивами) характерных дефектов: вмятина, бухтина, гофрировка, трещина, цементная заделка, дублирующий лист (рис. 2) [3].