

Об адекватности методов решения обратных задач с априорной информацией о гладкости решений

Е. Н. Терентьев,* Н. Е. Терентьев

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова,
физический факультет, кафедра математического моделирования информатики
Россия, 119991, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 2

(Статья поступила 25.04.2016; Подписана в печать 05.05.2016)

Методы математического моделирования субъективны. Характеристики Адекватности Модели ИВС позволяют решить вопрос о качестве модели, ее реализуемости и рассматривать модель как независимую от исследователя, объективную.

PACS: PACS: 02.30. УДК: 517.44

Ключевые слова: преобразование Фурье, свертка, обратные задачи, сверхразрешение.

ВВЕДЕНИЕ

Под Характеристиками Адекватности Модели Дискретных ИВС [1, 2] понимается взаимная зависимость трех основных числовых характеристик ИВС: реакции на шум, ошибки в задании Аппаратной Функции (АФ) и значения индикатора согласования АФ. Для методов решения обратных задач с плохо обусловленной АФ априорная информация о гладкости решений приводит к большим ошибкам в оценивании АФ через R . Эта неадекватность представляется в ХАМ ИВС характерными большими ошибками в АФ.

Вариационные принципы не приемлемы при решении обратных задач с априорной информацией и, как правило, приводят к необратимым решениям с низкой точностью и с неконтролируемыми ошибками по АФ.

С помощью ХАМ ИВС выявляются ситуации, когда компенсация искажений АФ реализуется с высоким качеством: обычным обращением с максимальной точностью результата [2–4] без использования априорной информации.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ НАСТРОЙКИ С ХАМ ИВС

МПН АФ O производится по сетке параметров $PAR = NxDIAP$: N — длина области определения, $DIAP$ — ограничение в частотной области для Модуляционной Передаточной Функции МПФ(pR). Разрешающую функцию pR , компенсирующую искажения АФ O , выбираем путем решения основной МПН задачи:

$$\min_{PAR} \{ \|pR\| \mid \|pO - O\| \leq \lim err \}, \quad (1)$$

$$\lim err \leq err,$$

с ХАМ ИВС

$$\begin{cases} x = Nor(pR), & y = Err(pO), \\ z = II(pR * O) \end{cases}, PAR. \quad (2)$$

Если АФ O есть прямоугольник со стороной 5, то в множестве полей зрения $N = 18 : 32$ необратимость АФ O имеет место при $N = 20, 25$ и 30 и в остальных 11 точках N имеет место обратимость (рис. 1). Причина необратимости понятна: 4 значения МПФ $M(O)$ попадают в инструментальную ошибку $Iz = abs(.) = 10^{-13}$. При $N = 26$, все ОК. Об инструментах МПН, обозначениях можно посмотреть в работах [1–4].

МПН АФ с ХАМ ДИВС позволяют управлять выбором дискретной модели ИВС. Из связки 11 ключей (обычные обращения $II(pR * O) == 1$) выделяем долларом Золотой Ключик — решение основной задачи (1) обычным обращением с максимальной точностью: $Err(pO) = 0, \min Nor(pR)$. Связка ключей с ЗК есть и в регуляризации при α стремящемся к нулю (рис. 1).

ПРИМЕР ИДЕАЛЬНОЙ 9-ЛУЧЕВОЙ ГРЕБЕНКИ ЛУЧЕЙ

При $N=116$ и $DIAP=120$ имеем ЗК. В МПН с ограничением $DIAP=20$ находимся «около ЗК».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведен пример, когда по ХАМ ИВС можно адекватно настроить современный АФАР так, чтобы компенсировать искажения диаграммы направленности типа гребенки лучей.

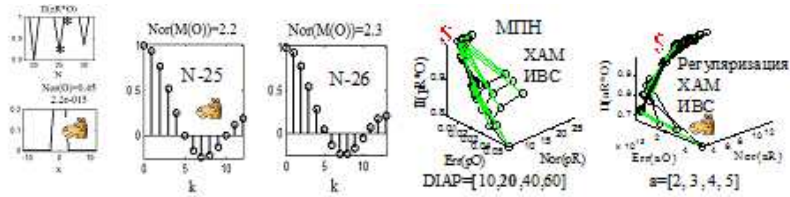


Рис. 1: В методе регуляризации при $\alpha=0.01$ и 0.001 имеем $Err(aO) \sim 10^{+13}$. Это означает, при интерпретации регуляризованного решения мы не можем указать АФ, которой соответствует результат. В МПИ $Err(pO)$ от 0 до 5%



Рис. 2: В ЗК имеем идеальное обращение больших искажений 9 лучевой гребенки АФ О, см. $I_x = R * I_y$ изображение

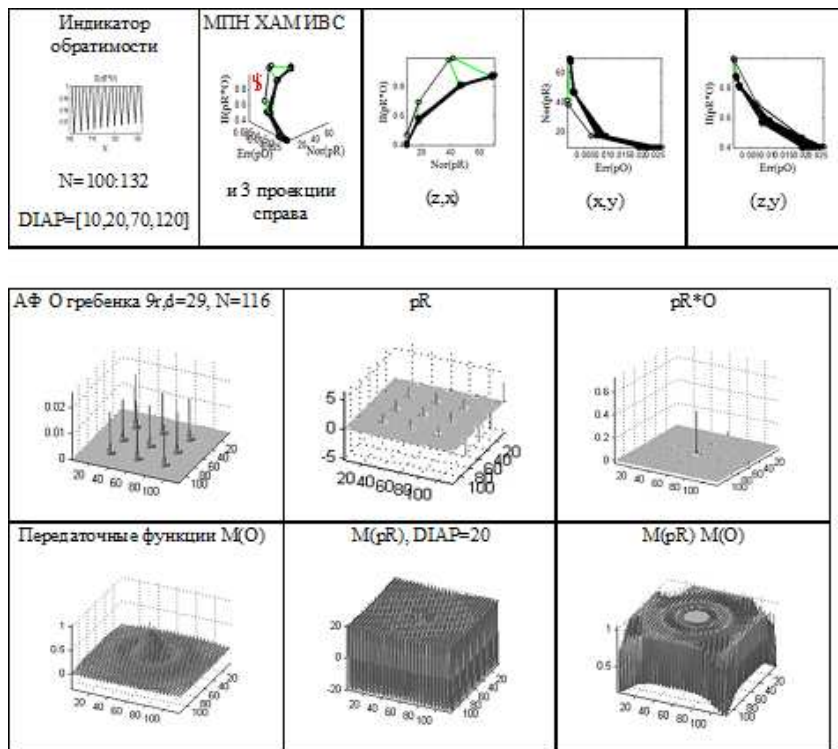


Рис. 3: В ситуации «около ЗК» имеем $Nor(pR) \sim 20$, т.е. примерно в 2 раза сбрасываем реакцию шум с красивым результатом, см. $20, pR * I_y$ на Рис. 2

*E-mail: en.teren@physics.msu.ru

- [1] Терентьев Е.Н., Терентьев Н.Е. Характеристики адекватности моделей измерительно-вычислительных систем, ISBN 978-5-93411-055-1, Труды XIX Международного Форума по проблемам науки, техники и образования. С. 95. (Москва, 2015).
- [2] Терентьев Е.Н., Терентьев Н.Е. Адекватные настройки гребенок лучей в радарных технологиях, там же, С. 76.
- [3] Е.Н. Терентьев, Н.Е. Терентьев Известия РАН. Серия физическая. **79**, № 12, С. 1633. (2015).
- [4] Terentiev, E.N. and Terentiev, N. E. Bulletin of the Russian Academy of Science. Physics. **79**, N 12, P. 1427. (2015). DOI 10.3103/S1062873815120229

Adequacy of methods for solving inverse problems with a priori information about the smoothness of the solutions

E. N. Terentiev^a, N. E. Terentiev^b

*Department of Mathematical modeling and informatics, Faculty of Physics,
M.V.Lomonosov Moscow State University, Moscow 119991, Russia
E-mail: ^aen.teren@physics.msu.ru, ^bnikolay.terentyev@gmail.com*

Mathematical modeling methods are subjective. Characteristics Adequacy Model SPS allow us to estimate the quality of the model, its feasibility and consider the model as independent from the researcher.

PACS: : 02.30.; 02.30.

Keywords: Fourier transform, convolution, inverse problems, super-resolution.

Received 25.04.2016.

Сведения об авторах

1. Терентьев Евгений Николаевич — канд. физ.-мат. наук, ст. преподаватель; тел.: (495) 939-41-78, e-mail: en.teren@physics.msu.ru.
2. Терентьев Николай Евгеньевич — lead developer, HiQo-solutions.