

## СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВИДОВ ФИЛЬТРАЦИИ ДЛЯ МЕТОДА ВАЛИДАЦИИ ВЫДЕЛЕНИЕМ ОСОБЕННОСТЕЙ

*Н.Ю. Шайманов, магистрант*

*Научный руководитель А.А. Иванов, к.т.н., с.н.с. НИЛ «БЭМС РЭС»  
г. Томск, ТУСУР, vishado1@mail.ru*

Работа посвящена сравнению эффективности видов фильтрации для метода валидации выделением особенностей. Приведено сравнение четырех видов фильтрации. Фильтрация с 5 общими точками показала самую высокую точность расчета глобальной меры разности и рекомендуется к использованию при сравнении данных по методу валидации выделением особенностей.

**Ключевые слова:** метод валидации выделением особенностей, feature selective validation, FSV, фильтрация.

В разные годы предлагались разные виды фильтрации данных для метода валидации выделением особенностей (от англ. feature selective validation, FSV), каждый из которых должен уменьшать ошибку, получаемую в результате эффекта «наложения на краю» при обратном преобразовании Фурье, что приводит к очень острым пикам на графике глобальной меры разности (от англ. global difference measure, GDM). Существующие виды фильтрации отличаются числом общих точек, используемым фильтром, а также алгоритмами расчета мер разности. Целью работы является сравнение эффективности видов фильтрации для метода FSV.

Перед началом работы проанализирована литература по методу FSV и выявлены три вида фильтрации. Самой первой предложена фильтрация с 9 общими точками [1]. Позже вышел стандарт IEEE 1597.2 [2], где описан алгоритм для метода FSV, а также предложена фильтрация с 5 общими точками. Наконец, предложен ещё один вид фильтрации – без общих точек [3]. В данной работе предложен четвертый вид фильтрации смешанного типа, который включает в себя отсутствие общих точек, как в [3], и экспоненциальное поведение наборов данных на границе области низких ( $Lo$ ) и высоких ( $Hi$ ) частот аналогично [2].

В [1] также приведены наборы данных для метода FSV. На примере двух таких наборов проведено сравнение эффективности видов фильтрации. На рис. 1 представлен первый тестовый набор данных. Результаты расчета GDM с использованием разной фильтрации представлены на рис. 2.

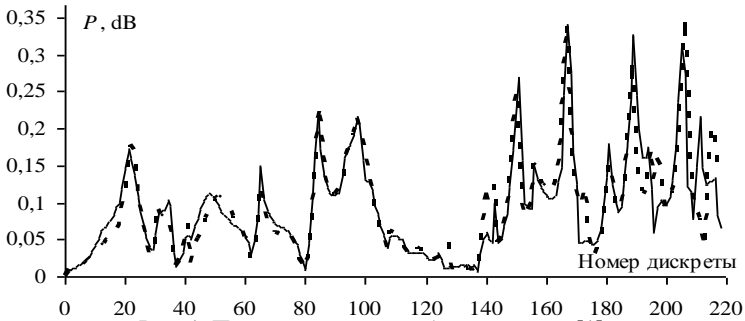


Рис. 1. Первый тестовый набор данных из [1]

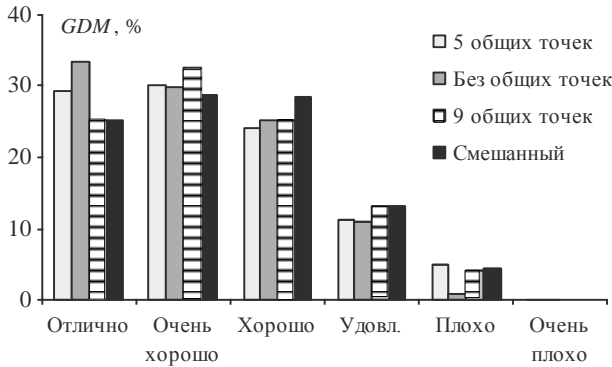


Рис. 2. Гистограмма GDM для первого тестового набора данных

Первый тестовый набор фильтрации с 5 общими точками хорошо совпадает с результатами визуального сопоставления данных и является наиболее эффективным. Второй тестовый набор данных представлен на рис. 3.

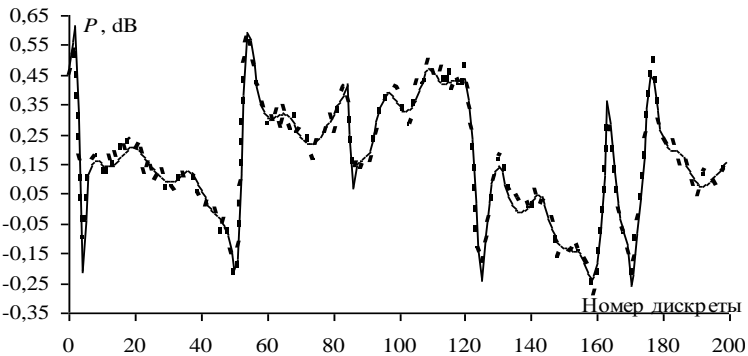


Рис. 3. Второй тестовый набор данных из [1]

Результаты расчета GDM для данного набора данных представлены на рис. 4. Из результатов расчета видно, что фильтрация с 5 общими точками также наиболее эффективна.

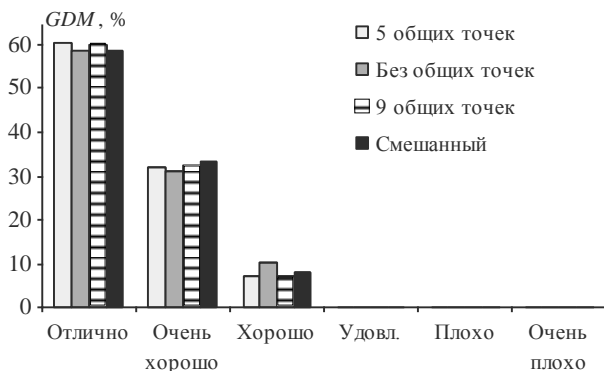


Рис. 4. Гистограмма GDM для второго тестового набора данных

В результате выполнено сравнение эффективности 4 видов фильтрации, используемых при сравнении наборов данных методом FSV. Результаты показали, что наиболее достоверные результаты можно получить при использовании фильтрации с 5 общими точками.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-79-10165, <https://rscf.ru/project/23-79-10165/>.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Martin A.J.M. Quantitative data validation (automated visual evaluations): thesis BSc Lester. – 1999. – 196 p.
2. Recommended Practice for Validation of Computational Electromagnetics Computer Modeling and Simulations // IEEE 1597.2. – 2010. – 62 p.
3. Duffy A.P. Review of the feature selective validation method (FSV). Part I-theory / A.P. Duffy, A. Orlandi, G. Zhang // IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility. – 2017. – № 99. – P. 1–8.

УДК 621.315

### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ЛИНИЙ ПЕРЕДАЧИ

*Н.Ю. Шайманов, магистрант*

*Научный руководитель А.А. Иванов, к.т.н., с.н.с. НИЛ «БЭМС РЭС»*

*г. Томск, ТУСУР, vishado1@mail.ru*

Разработано программное обеспечение (ПО) для расчета параметров линий передачи. ПО протестировано путем расчета характери-