



СОВРЕМЕННЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ АГРАРНОЙ СФЕРЫ

Материалы Национальной научно-практической конференции
с международным участием, посвященной Дню энергетика

*9 декабря 2025 года
г. Ижевск*



Ижевск, 2026

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«УДМУРТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОВРЕМЕННЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ АГРАРНОЙ СФЕРЫ

Материалы Национальной научно-практической конференции
с международным участием, посвященной Дню энергетика

*9 декабря 2025 года
г. Ижевск*

Ижевск
УдГАУ
2026

УДК 631.371:621.31(06)
ББК 40.76я43
С 23

С 23 **Современные энергетические аспекты развития аграрной сферы [Электронный ресурс]: материалы Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной Дню энергетика. г. Ижевск, 9 декабря 2025 г. – Ижевск: УдГАУ, 2026. – 7,02 Мб; 262 с.**

ISBN 978-5-9620-0484-6

В сборнике представлены статьи российских и зарубежных ученых, отражающие результаты научных исследований в следующих направлениях: Современные энергетические аспекты развития аграрной сферы, Инженерно-техническое обеспечение в сельском хозяйстве, Экономика и управление в агропромышленном комплексе, Педагогические и гуманитарные науки, Рациональное использование природных и антропогенных ресурсов в агротехнологиях.

Предназначен для студентов, аспирантов, преподавателей сельскохозяйственных вузов, работников научно-исследовательских учреждений и специалистов агропромышленного комплекса.

УДК 631.371:621.31(06)
ББК 40.76я43

ISBN 978-5-9620-0484-6

© Авторы постратежно, 2026
© УдГАУ, 2026

Т. Н. Стерхова, А. А. Шамшурина, Д. С. Кутергин
ФГБОУ ВО Удмуртский ГАУ

ЦИФРОВЫЕ ФИЛЬТРЫ В СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМАХ ТЕЛЕВИЗИОННОГО ВЕЩАНИЯ И ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

Приведена актуальность применения цифровых фильтров в современных системах телевизионного вещания и теплоэнергетики. Определено, что развитие аппаратных платформ открывает возможности для внедрения более сложных, в том числе адаптивных и нелинейных, методов фильтрации.

Актуальность. Необходимость систематизации теоретических основ ЦОС с учётом междисциплинарного применения – от обработки видеопотоков до фильтрации сигналов от датчиков давления, температуры, вибрации и расхода теплоносителя.

Целью работы является систематизация теоретических и практических аспектов применения цифровых фильтров в двух технологически разных, но методологически схожих отраслях – телевизионном вещании и теплоэнергетике – с выявлением общих принципов, различий в требованиях и перспективных направлениях развития цифровой фильтрации.

Задачи исследования:

1. Обобщить фундаментальные принципы цифровой фильтрации и классификацию цифровых фильтров (КИХ и БИХ).
2. Проанализировать специфику применения цифровых фильтров в теле- и видеотехнологиях, включая пространственную, частотную и временную фильтрацию.
3. Исследовать области использования цифровых фильтров в системах теплоэнергетики: от фильтрации сигналов датчиков до реализации алгоритмов АСУ ТП и вибродиагностики.
4. Сопоставить ключевые требования к цифровым фильтрам в обеих областях: фазовая линейность, задержка, вычислительная сложность, надёжность.
5. Сформулировать рекомендации по выбору типов фильтров и их реализации в зависимости от прикладной задачи и аппаратных ограничений.

Методы исследования:

1. Теоретический анализ научной литературы по цифровой обработке сигналов (ЦОС).

2. Сравнительный анализ характеристик КИХ- и БИХ-фильтров.

3. Анализ нормативных и технических требований (ГОСТ, IEC 61508) к цифровой фильтрации в промышленной автоматике.

4. Кейс-анализ применения цифровых фильтров в UHD TV/HDR-системах и цифровых АСУ ТП теплоэнергетических объектов.

Современные инженерные системы, несмотря на различие функционального назначения, всё чаще опираются на единые методы цифровой обработки сигналов (ЦОС). Переход от аналоговых к цифровым технологиям – как в вещательных системах (UHD TV, HDR), так и в промышленной теплоэнергетике (цифровые АСУ ТП, системы технической диагностики) – обуславливает возрастающую роль цифровых фильтров (ЦФ) как ключевых элементов архитектуры обработки информации.

Если в телевидении ЦФ влияют на визуальное восприятие и эстетическое качество изображения, то в теплоэнергетике они обеспечивают устойчивость, безопасность и энергоэффективность эксплуатации оборудования: от котельных установок до тепловых сетей и турбогенераторов [1].

Теоретические аспекты цифровой фильтрации. Цифровая фильтрация представляет собой алгоритмическую обработку дискретных значений сигнала, описываемую разностным уравнением:

$$y[n] = \sum_{k=0}^M b_k x[n-k] - \sum_{k=1}^N a_k y[n-k],$$

где $x[n]$ и $y[n]$ – входной и выходной сигналы соответственно, а коэффициенты b_k и a_k определяют свойства фильтра. В зависимости от значений коэффициентов a_k различают фильтры с конечной импульсной характеристикой (КИХ, $a_k = 0$) и бесконечной импульсной характеристикой (БИХ) [2].

КИХ-фильтры обладают линейной фазовой характеристикой при симметричных коэффициентах, что критично для телевизионных систем и высокоточных измерений в теплоэнергетике. БИХ-фильтры, хотя и требуют меньших вычислительных ресурсов, вносят нелинейные фазовые искажения, что делает их менее предпочтительными в задачах, где важна временная целостность сигнала.

Применение цифровых фильтров в телевизионных системах. В теле- и видеотехнологиях ЦФ применяются для:

1. Пространственной фильтрации – шумоподавление, повышение резкости, выделение контуров (операторы Собеля, Лапласа, медианные фильтры).

2. Частотной адаптации – интерполяция/децимация при изменении разрешения.

3. Временной фильтрации – межкадровое сглаживание, компенсация движения, временная стабилизация.

4. Сжатия видеоданных – банки фильтров в DCT и вейвлет-преобразованиях [3].

В отличие от теле- и видеосистем, где основной задачей является оптимизация восприятия, в теплоэнергетике ЦФ используются для обеспечения надёжности, безопасности и энергоэффективности. Основные направления:

1. Фильтрация сигналов датчиков

Сигналы от термопар, датчиков давления, расхода и вибрации часто подвержены высокочастотным помехам (электромагнитные наводки, импульсные помехи от коммутации). Низкочастотные КИХ-фильтры (например, фильтры Блэкмана или оконные фильтры) применяются для подавления шумов без искажения медленных процессов температурных изменений. В задачах диагностики турбин и насосов используются полосовые фильтры для выделения частотных диапазонов, характерных для конкретных неисправностей (дисбаланс, кавитация, подшипниковый износ).

2. Реализация алгоритмов АСУ ТП

ЦФ входят в состав цифровых регуляторов (ПИД-алгоритмов), где необходима фильтрация производной составляющей (для подавления высокочастотных колебаний) и сглаживание интегральной составляющей. Здесь предпочтение часто отдаётся рекурсивным БИХ-фильтрам (например, фильтру первого порядка вида, что позволяет минимизировать вычислительную нагрузку на встроенные контроллеры.

3. Анализ переходных процессов

При аварийных отключениях или пуске оборудования требуется точная оценка временных характеристик. Для этого используются фильтры с минимальной групповой задержкой или вейвлет-фильтрация, позволяющая локализовать аномалии во времени и частоте одновременно.

4. Цифровая обработка вибросигналов

Вибродиагностика котлов, трубопроводов и компрессоров — важнейший элемент предиктивного обслуживания. Применяются адаптивные фильтры и алгоритмы подавления помех на основе LMS (Least Mean Squares) для выделения слабых диагностических признаков на фоне шума [4].

Специфические требования в теплоэнергетике:

1. Надёжность и устойчивость — фильтры должны быть устойчивыми к сбоям и помехам.

2. Низкая задержка — особенно важна в системах аварийной защиты.

3. Малая вычислительная сложность — для реализации на микроконтроллерах с ограниченными ресурсами (например, Cortex-M4/M7).

4. Стандарты соответствия — соответствие требованиям ГОСТ, IEC 61508 (функциональная безопасность) [5].

Результаты исследования. Установлено, что в телевизионных системах предпочтение отдаётся КИХ-фильтрам благодаря их линейной фазовой характеристике, что критично для визуального качества изображения и отсутствия временных искажений.

1. В теплоэнергетике применяется гибридный подход:

КИХ-фильтры — для задач диагностики и прецизионной фильтрации (в том числе с использованием окон Блэкмана, вейвлет-преобразований);

БИХ-фильтры — в составе регуляторов АСУ ТП, где важна вычислительная экономичность.

2. Выявлены ключевые различия в требованиях:

В вещании допустима задержка до нескольких кадров; в теплоэнергетике — требуется минимальная задержка (миллисекунды).

В теплоэнергетике критична функциональная безопасность и соответствие стандартам (IEC 61508), чего нет в видеотехнологиях.

Цифровые фильтры представляют собой универсальный инструмент, адаптируемый под специфику различных технических систем. В телевизионном вещании они служат для повышения качества визуального восприятия при строгих требованиях к фазовой линейности и отсутствию визуальных артефактов. В теплоэнергетике их роль смещается в сторону обеспечения безопасности, надёжности и диагностики технического состояния оборудования, где приоритетами становятся устойчивость, малая задержка и энергоэффективность реализации.

Перспективы развития в обеих областях связаны с внедрением адаптивных, нелинейных и многочастотных методов фильтрации, а также с использованием специализированных вычислительных платформ: FPGA – в вещании, и микроконтроллеров с DSP-ядрами – в промышленной автоматике.

Выводы. Цифровые фильтры являются универсальным инструментом ЦОС, но их параметры и архитектура должны адаптироваться под специфику прикладной области.

Несмотря на различие в конечных целях (качество изображения vs. безопасность оборудования), обе области сходятся в стремлении к повышению точности, надёжности и эффективности обработки сигналов.

Развитие аппаратных платформ (FPGA, DSP-ядра) открывает возможности для внедрения более сложных, в том числе адаптивных и нелинейных, методов фильтрации.

Список литературы

1. Разработка программного средства для автоматизации проектирования цифровых фильтров в системах информационной безопасности / Д. С. Кутергин, А. А. Шамшурина; науч. рук. Т. Н. Стерхова // Обеспечение информационной безопасности в электроэнергетике: современность и перспективы: сб. ст. студ. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием 24 апреля 2025 г. / М-во науки и высш. образования РФ, ФГБОУ ВО "Удмуртский государственный университет", Ин-т права, соц. упр. и безопасности, Каф. информ. безопасности в упр.; науч. ред. Т. Н. Стерхова; рецензент: Е. М. Борисова, Т. А. Широбокова. – Ижевск: Удмуртский университет, 2025. – Электрон. (символьное) изд. (4,4 Мб). – Лицензион. договор № 359лб от 10.09.2025 (Интернет). – С. 69–72. – Режим доступа: <http://elibrary.udsu.ru/xmlui/handle/123456789/23207>
2. Оппенгейм, А. Цифровая обработка сигналов / А. Оппенгейм, Р. Шафер. – М.: Техносфера, 2006. – 856 с.
3. Сергиенко, А. Б. Цифровая обработка сигналов / А. Б. Сергиенко. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 768 с.
4. Протопопов, В. В. Цифровые системы управления в теплоэнергетике / В. В. Протопопов. – М.: Издательский дом МЭИ, 2019. – 320 с.
5. Бойко, Н. П. Применение вейвлет-анализа в диагностике энергетического оборудования / Н. П. Бойко, А. В. Матвиенко // Теплоэнергетика. – 2022. – № 4. – С. 45–52.

СОДЕРЖАНИЕ

СОВРЕМЕННЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ АГРАРНОЙ СФЕРЫ

Л. П. Артамонова, Д. М. Ермаков Применение цифровых устройств релейной защиты при возникновении аварийных режимов	3
Д. А. Васильев, Г. К. Козырев, Д. А. Головин, Е. Н. Ямшникова Разработка метода приемки объектов распределительной автоматизации	8
Д. А. Васильев, Г. К. Козырев, Д. А. Головин, Е. Н. Ямшникова Автоматизированное управление в распределительных сетях	14
Д. А. Васильев, Д. А. Соловьев Внедрение реклоузеров в энергетику	19
Д. А. Васильев Кластеризация как метод оценки качества протравливания семян: алгоритм и программная реализация.	23
Е. Н. Гусенников Методика исследования эффективности многопрофильного компактного фитотрона	30
М. М. Зотов, Т. А. Широкова, С. И. Юран Методы борьбы с электромагнитными помехами.	34
Н. П. Кондратьева Анализ применения слаботочных систем в цифровых автоматизированных системах управления технологическими процессами	40
Н. П. Кондратьева, Р. Г. Большин, Г. В. Демин Анализ электросчетчиков со встроенным интерфейсом подключения герконовых датчиков для систем учета и сигнализации	44

Н. П. Кондратьева, А. Н. Черных Результаты ультрафиолетового облучения семян зерновых культур на примере пшеницы сорта «Свеча»	51
А. В. Лапин, Т. Р. Галлямова Обзор состояния и характеристика объектов системы электроснабжения деревни Большое Волково Вавожского района Удмуртской Республики	56
Д. Г. Максимов Прогнозирование трудоемкости изделий на основе методов машинного обучения	59
Л. А. Пантелеева, М. Н. Пастухов Сравнительный анализ магнитных систем силового трансформатора с круглым и овальным поперечным сечением стержня.	63
Л. А. Пантелеева, И. Г. Поспелова, П. А. Скругин, Д. А. Ворошилов, Т. А. Широбокова Гибридные системы накопления энергии: комбинация литий-ионных аккумуляторов и суперконденсаторов для компенсации пиковых нагрузок.	68
Т. Н. Стерхова, Д. А. Васильченко, М. А. Фролов Операционные усилители в современной аналоговой электронике	72
Т. Н. Стерхова, А. А. Шамшурина, Д. С. Кутергин Цифровые фильтры в современных системах телевизионного вещания и теплоэнергетики: теоретические основы и практическая реализация	78
С. В. Стремоусов, В. Д. Захаров, П. Б. Акмаров, Н. А. Кравченко Перспективные направления развития информатизации в сфере электроснабжения	83
Я. В. Черепанов, А. М. Пермьяков, Т. А. Широбокова Влияние температуры окружающей среды на потери в воздушных линиях электропередачи	88

А. А. Четвериков, П. Л. Лекомцев Альтернативная энергетика и ее проблемы.	91
Т. А. Широбокова, А. А. Ворончихин, И. А. Пшеницын Оценка потерь напряжения в зависимости от марки провода	94
Т. А. Широбокова, Л. А. Пантелеева, И. Г. Поспелова, И. С. Борисов Влияние угла наклона светильника на результаты расчётов освещённости	97
Т. А. Широбокова, И. Г. Поспелова, И. А. Баранова, И. В. Ширяев, Е. Г. Трефилова, А. И. Долматова Определение типа электропривода для установки для обработки дерева ИК-горелками	101
Т. А. Широбокова, И. Г. Поспелова, А. И. Бельчев, А. И. Колегова, Е. Г. Трефилова Разработка автоматизированной системы управления температурным режимом	107
Т. А. Широбокова, И. Г. Поспелова, Е. Р. Кильдебаева, Д. Э. Щенин, Е. Г. Трефилова Механическая характеристика как повышение надежности асинхронного двигателя	111
Т. А. Широбокова, И. Г. Поспелова, И. С. Сайранов Оценка защиты ВЛ 0,38 кВ	116
Т. А. Широбокова, И. Г. Поспелова, И. С. Сайранов Электростанция на солнечных батареях	120
Н. А. Шихова, Т. А. Широбокова Влияние спектрального состава и интенсивности освещения на гормональную регуляцию и продуктивность молочного скота	124
Н. А. Шихова, Т. А. Широбокова Многофакторный подход исследования освещения для предприятий АПК	127

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

- Х. Ш. Абдурауфов, Ё. Х. Ядгоров, Э. Р. Облокулов**
Экспериментальные исследования динамических характеристик модели здания с сейсмоизоляцией 133
- Н. Н. Артемьев, Д. И. Бабаев, Ф. Х. Халиуллин**
Современные тенденции развития грузовой автомобильной промышленности 140
- С. Е. Бирюков, К. Г. Иванов,
Ф. Х. Халиуллин, Д. А. Вахрамеев**
Несущая система транспортного средства.
Основные виды и параметры 145
- В. Р. Зигангиров, А. А. Ульянов, Н. Н. Артемьев**
Определение напряженно-деформированного состояния картера раздаточной коробки легкового полноприводного автомобиля в рамках обратного инжиниринга 152
- В. Р. Зигангиров, Е. В. Пикалева**
Определение и сравнение напряженно-деформированного состояния несущей системы стандартного и удлиненного полуприцепа 9370 156
- К. Г. Иванов, С. И. Бирюков, Ф. Х. Халиуллин**
Резервирование как метод повышения надежности тормозных систем автомобилей 160
- Р. В. Орлов, Е. В. Пикалева,
Ф. Х. Халиуллин, Д. А. Вахрамеев**
Целесообразность использования газодизеля на современных легковых автомобилях 165
- З. И. Шархымуллин, Ф. Х. Халиуллин**
Цифровые и измерительные технологии в системе современного инженерного образования: практический опыт разработки электрического гоночного карта 170
- М. Е. Шмаков, Ф. Х. Халиуллин**
Кинематический анализ механизма отклонения винтомоторных групп беспилотного конвертоплана. 174

Д. Д. Юнусов, Ф. Х. Халиуллин, Д. А. Вахрамеев
Анализ инновационных технологий и методик
в окраске кузова и отдельных элементов автомобиля182

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

П. Б. Акмаров, Е. В. Тимошкина, И. Г. Абышева
Открытость и прозрачность: взаимодействие государственных
органов с обществом и СМИ в цифровую эпоху189

П. Б. Акмаров, Е. В. Тимошкина, И. Г. Абышева
Потенциал развития информационной безопасности
кредитно-финансовой сферы как фактор
укрепления экономики страны194

Н. Н. Артемьев, А. А. Ульянов, Ф. Х. Халиуллин
Маркетинговое исследование рынка беспилотной
малой коммунальной техники в России.198

М. Б. Ахмадова, Ф. Х. Халиуллин
Обзор современного оборудования и программных обеспечений
по диагностике АКПП ZF-Ecolife для городских, маршрутных
и междугородных автобусов203

Д. И. Бабаев, Н. Н. Артемьев, Ф. Х. Халиуллин
Использование норм расхода топлива как инструмент
материального стимулирования водительского состава209

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

Д. А. Ефимов, Е. А. Торохова
Квалификация преподавателя
в сфере аграрного образования214

С. А. Спиридонова, О. Н. Малахова
Творчество жизни личности218

Е. А. Торохова, Р. Р. Вахитова
Парадокс выбора и его влияние
на субъективное благополучие223

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ РЕСУРСОВ В АГРОТЕХНОЛОГИЯХ

- Р. Ю. Быченко, Л. М. Болдырева**
Сельскохозяйственные отходы как источник биопродуктов . . .226
- А. Е. Горохова, М. Е. Майер,
Н. П. Линкевич, В. И. Орехова**
Рациональное использование воды в сельском хозяйстве229
- С. Г. Джалагония, А. К. Семерджян**
Ресурсосберегающее земледелие: как экономия воды
и удобрений повышает рентабельность предприятий АПК . . .233
- М. С. Карпенко, Л. М. Болдырева**
Оценка потенциала сельскохозяйственных отходов
для получения биотоплива как способ рационального
использования антропогенных ресурсов237
- О. В. Кондратьева, В. А. Войтюк, О. В. Слинько**
Развитие органического сельского хозяйства – одна
из важнейших практических реализаций принципов
техносферной безопасности240
- И. Г. Поспелова, К. С. Григорьева,
Е. А. Парфёнова, А. Ю. Долматова**
Применение древесины
в сельском хозяйстве249
- Ю. С. Шабля, В. И. Орехова**
Использование органических удобрений как способ
уменьшить химическую нагрузку252

Научное издание

СОВРЕМЕННЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ АГРАРНОЙ СФЕРЫ

Материалы Национальной научно-практической конференции
с международным участием, посвященной Дню Энергетика

*9 декабря 2025 года
г. Ижевск*

Редактор И. М. Мерзлякова
Компьютерная верстка А. М. Титовой

Дата выхода в свет 30.03.2026 г. Объем данных 7,02 Мб.
Мин. сист. треб.: РС не ниже класса Pentium I; 32 Мб RAM;
свободное место на HDD 16 Мб.
Операционная система: Windows XP/7/8.
Програм. обеспечение: Adobe Acrobat Reader версии 6 и старше.
УдГАУ, 426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11.