



Разработка и внедрение данного прототипа решает проблему подтопления при стихийных природных явлениях с помощью таких функций, как: системы анализ сетевой модели ливневой канализации, анализ 3D поверхности, анализ водосборных участков, анализ возможных зон подтопления, поддержка принятия решений (в виде установок откачивающей аппаратуры).

Последующая установка откачивающего устройства и датчика способствуют повышению работоспособности системы ливневых канализаций, а именно:

- позволяет отслеживать уровень воды;
- позволяет мгновенно реагировать в условиях чрезвычайных ситуаций.

Литература

1. Еженедельник «Аргументы и Факты» №41 11/10/2017:[Электронный ресурс].URL: http://www.ufa.aif.ru/society/jkh/nicheynaya_livnevka_tret_ulichnoy_kanalizacii_ufy_nikto_ne_obslyuzhivaet.(Дата обращения 10.10.2017).
2. Климатический справочник населенных пунктов России: [Электронный ресурс].URL: http://www.atlasyakutia.ru/weather/2017/pres/ufa_pres_2017.php. (Дата обращения 15.10.2017).
3. Павлов С.В., Христодуло О.И. Основные принципы интегрированной обработки пространственной информации для оценки и контроля взаимного влияния объектов промышленности и окружающей среды: [Электронный ресурс].URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26056134>. (Дата обращения 15.10.2017).
4. Каждан А. Проблемы водоснабжения и водоотведения строительства/ А. Каждан, Е.Марголин-ЖКХinfo информационно-аналитический журнал [Электронный ресурс]: URL: <http://www.zhkh.info/contentview2046/69/26.04.2009>. (Дата обращения 1.11.2017).

В.А. Засов

АДАПТИВНЫЙ ЭКВАЛАЙЗЕР С РЕГУЛЯРИЗАЦИЕЙ НАСТРОЙКИ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Эквалайзеры являются важными элементами информационных и измерительных систем позволяющими увеличить пропускную способность каналов связи за счет коррекции неравномерности их частотных характеристик и снижения отрицательного влияния эффекта межсимвольной интерференции, увеличить точность измерения сигналов в системах обработки информации.

Классический эквалайзер имеет два входа и один выход. На первый вход эквалайзера поступает подлежащий обработке принимаемый входной сигнал $\xi_{\text{вх1}}(i)$, искажённый измерительным преобразователем или каналом связи. Для настройки эквалайзера на его второй вход поступает известный обучающий



сигнал $\xi_{\text{ex}2}(i)$. Восстановленный сигнал $\xi_{\text{вyx}}(i)$, искажающее влияние в котором канала связи устранено, выдается на выход устройства [1,2].

Недостатком известного устройства является большая погрешность σ_{e}^2 восстановления (коррекции) сигнала, определяемая (1):

$$\sigma_{\text{e}}^2 = \frac{1}{M} \sum_{i=0}^{M-1} (\xi_{\text{вyx}}(i) - \tilde{\xi}_{\text{ex}1}(i))^2 = \frac{1}{M} \sum_{i=0}^{M-1} (\xi_{\text{ex}1}(i) * q(i) - \tilde{\xi}_{\text{ex}1}(i))^2, \quad (1)$$

где $\xi_{\text{вyx}}(i) = \xi_{\text{вx}1}(i) * q(i) \approx \tilde{\xi}_{\text{ex}1}(i)$, $q(i)$ - весовые коэффициенты корректирующего (перестраиваемого) фильтра, $i = 0, \dots, M-1$, M - количество дискретных отсчётов сигналов. Восстановленный эквалайзером сигнал $\xi_{\text{вyx}}(i)$ должен быть равен сигналу $\tilde{\xi}_{\text{ex}1}(i)$ поступающему в режиме восстановления на вход корректируемого преобразователя информации с импульсной переходной характеристикой $h_{\text{кан}}(i)$.

Большая погрешность восстановления σ_{e}^2 возникает при эквалайзинге каналов с большой неравномерностью амплитудно-частотной характеристики (АЧХ).

Погрешность восстановления σ_{e}^2 может быть представлена в виде суммы двух составляющих $\sigma_{\text{e}}^2 = \sigma_{\text{случ}}^2 + \sigma_{\text{метод}}^2$, где $\sigma_{\text{случ}}^2$ - случайная составляющая погрешности (средняя квадратичная ошибка) восстановления, обусловленная шумами и неустойчивостью работы эквалайзера, а $\sigma_{\text{метод}}^2$ - методическая составляющая погрешности восстановления, обусловленная отличием частотного коэффициента передачи $Q(\omega)$ эквалайзера от величины, обратной частотному коэффициенту передачи $H_{\text{кан}}(\omega)$ корректируемого канала, т.е.

$$Q(\omega) \approx \frac{1}{H_{\text{кан}}(\omega)}.$$

При большой неравномерности АЧХ корректируемого канала коэффициенты передачи канала в некоторых полосах частот могут быть малыми, близкими к нулю, т.е. в десятки раз меньшими значений на других частотах. Очевидно, для коррекции таких «завалов» АЧХ коэффициенты передачи эквалайзера в этих полосах частот должны быть большими, но это приводит к усилению не только сигнала, но шума, который всегда присутствует во входном сигнале $\xi_{\text{ex}1}(i)$. Увеличение уровня шума уменьшает отношение сигнал/шум на выходе эквалайзера и увеличивает случайную составляющую $\sigma_{\text{случ}}^2$ погрешности восстановления сигналов.

В полосах частот, где коэффициенты передачи канала близки к нулю, вследствие большого усиления шумов вычисление весовых коэффициентов перестраиваемого фильтра происходит с большой погрешностью, и даже неболь-



шие изменения параметров канала приводят к резким изменениям (колебаниям) величин вычисленных коэффициентов корректирующего (перестраиваемого) фильтра [2].

Поэтому работа эквалайзера становится неустойчивой, что также увеличивает случайную составляющую $\sigma_{\text{случ}}^2$ погрешности восстановления сигналов.

Уменьшить случайную составляющую $\sigma_{\text{случ}}^2$ погрешности восстановления возможно путем ограничения коэффициентов передачи перестраиваемого фильтра на частотах с большими «завалами» АЧХ канала или путем уменьшения полосы корректируемых частот эквалайзера, но такой подход увеличивает методическую составляющую $\sigma_{\text{метод}}^2$ погрешности восстановления, т.к.

$$Q(\omega) \approx \frac{1}{H_{\text{кан}}(\omega)}.$$

Для устранения этого недостатка предлагается вычисление весов корректирующего (перестраиваемого) фильтра эквалайзера осуществлять с применением методов регуляризации [3].

Среди различных методов регуляризации одним из эффективных по вычислительной сложности является метод использующий результаты анализа параметров устойчивости для расчета параметра регуляризации λ [3,4].

Функциональная схема адаптивного эквалайзера с регуляризацией настройки [5] приведена на рисунке 1.

Блок регуляризации и блок стабилизации вычисляют стабилизирующее слагаемое вида $s = \lambda \sum_{i=0}^{N-1} q^2(i)$, которое блоком суммирования прибавляется к ошибке $\sigma_{\text{г}}^2$ и повышает устойчивость (стабильность) вычислений весовых коэффициентов перестраиваемого фильтра эквалайзера и, следовательно, уменьшает погрешность восстановления сигналов.

Вычисление λ блоком регуляризации производится в режиме настройки, когда величина погрешности $\sigma_{\text{в}}^2$ восстановления превышает некоторый заданный порог δ , т.е. $\sigma_{\text{г}}^2 \geq \delta$. Вычисление весовых коэффициентов

$q(i)$, $i = 0, \dots, N-1$ перестраиваемого фильтра производится на основе критерия минимума средней квадратичной ошибки σ_{λ}^2 .

Вычисления минимума средней квадратичной ошибки σ_{λ}^2

$$\sigma_{\lambda}^2(q) = \frac{1}{M} \sum_{i=0}^{M-1} (\xi_{\text{обуч1}}(i) * q(i) - \xi_{\text{обуч2}}(i))^2 + \lambda \sum_{i=0}^{N-1} q^2(i)$$

является устойчивым вычислительным процессом за счет использования стабилизирующего слагаемого $s = \lambda \sum_{i=0}^{N-1} q^2(i)$. Это позволяет увеличить достоверность и точность вычислений весовых коэффициентов перестраиваемого фильтра эквалайзера и, следовательно, уменьшить погрешность восстановления сигналов.

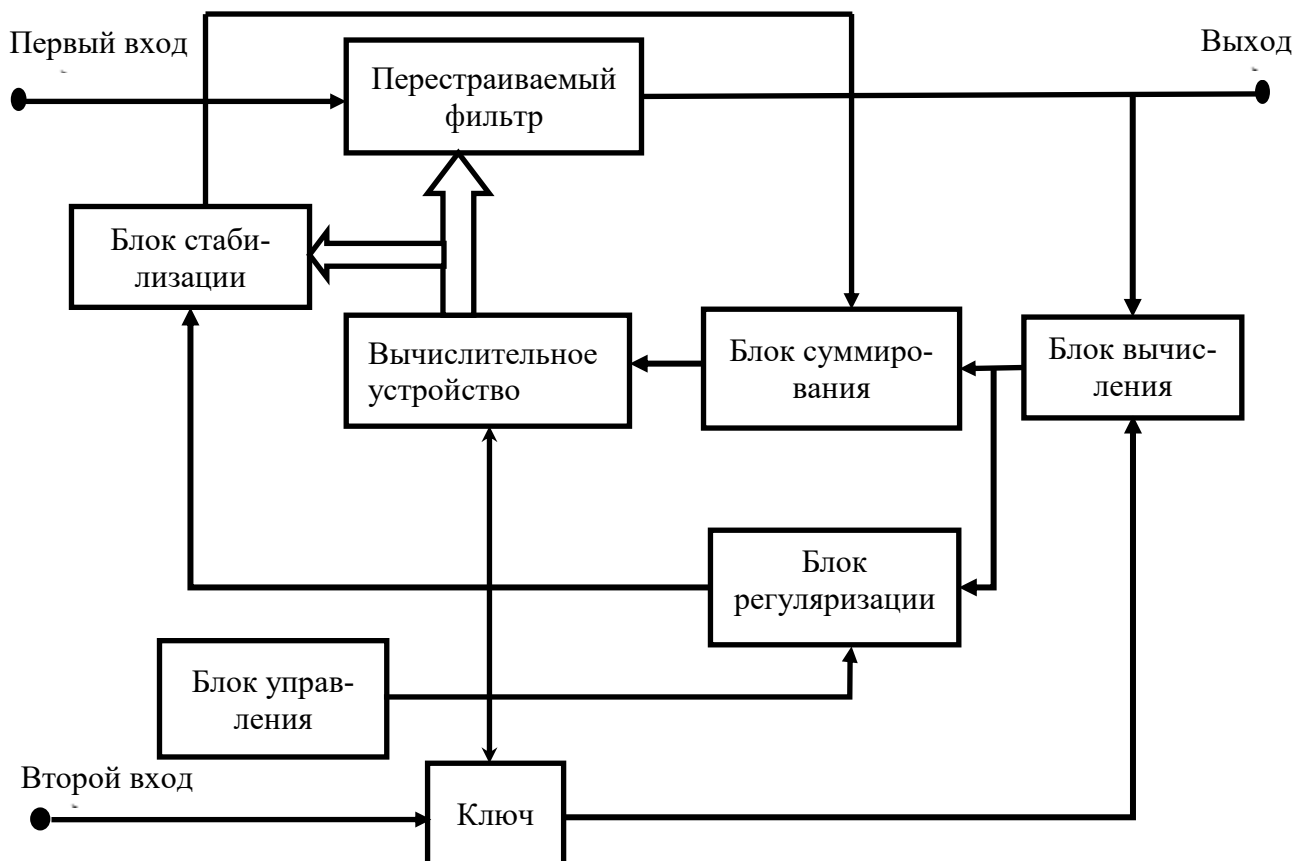


Рисунок 1 - Функциональная схема адаптивного эквалайзера с регуляризацией настройки

На приведены примеры моделирования восстановления сигналов эквалайзерами без регуляризации (а) и с регуляризацией (б) в режиме настройки [5].

Видно, что неравномерность совокупной АЧХ канал-эквалайзер в области существенного «завала» АЧХ канала (выше 125 Гц) у эквалайзера без регуляризации существенно больше по сравнению с эквалайзером, использующим регуляризирующий алгоритм.

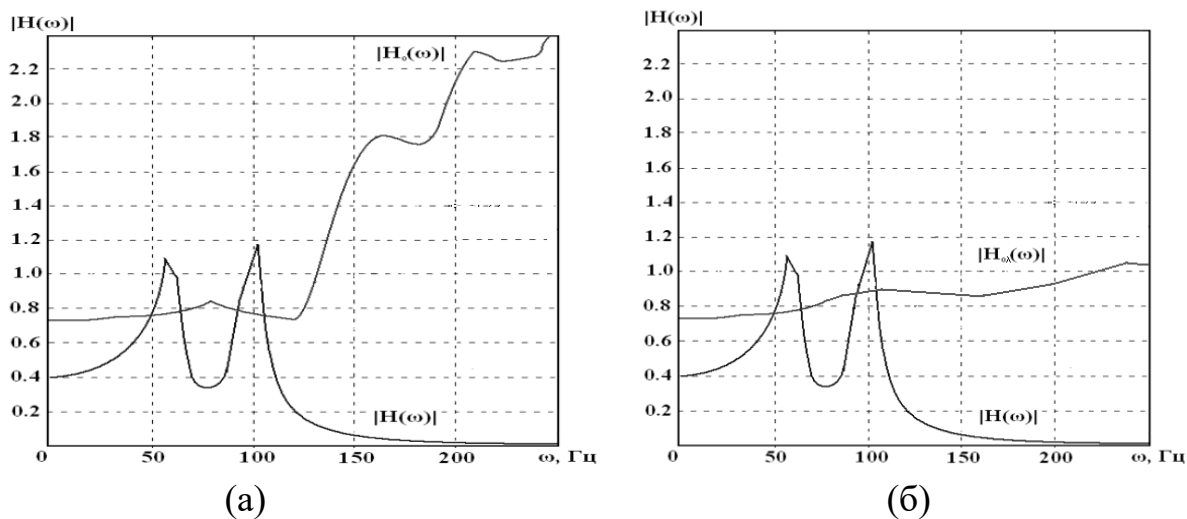


Рисунок 2 – Результаты восстановления сигналов эквалайзерами без регуляризации (а) и с регуляризацией (б) при настройке



Литература

1. Уидроу Б., Стирнз С. Адаптивная обработка сигналов : пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1989. – 440 с.
2. Джиган В.И. Адаптивная фильтрация сигналов: теория и алгоритмы. – М.: Техносфера, 2013. – 528 с.
3. Засов В. А. Алгоритм регуляризации решения задачи разделения сигналов, использующий результаты анализа устойчивости // Идентификация систем и задачи управления (SICPRO-12): тр. 9-й Междунар. конф. – М. : Изд-во учреждения Российской акад. наук ИПУ им. В. А. Трапезникова, 2012. – С. 949–962.
4. Засов В.А., Никоноров Е.Н. Контроль устойчивости и обеспечение робастности разделения сигналов в условиях вариации параметров объект // Вестник Самарского муниципального института управления: теоретический и научно-методический журнал. – Самара: СМИУ, 2011. - №1(16). – С.158-168
5. Засов В.А., Тарабардин М.А., Никоноров Е.Н. Адаптивный эквалайзер. Патент на полезную модель №104403 от 24.08.2010г. Оpubл. в БИ №13 от 11.05.2011г.

А.В. Иващенко, Г.В. Катиркин, А.А. Хорина

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АКЦЕНТНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ

(Самарский университет)

Применение современных технологий дополненной реальности (Augmented Reality, AR): очков, планшетов, а также специальных устройств обеспечивает принципиально новые возможности по реализации пользовательских интерфейсов. Решения, основанные на реализации дополненной реальности, активно используются в технике, при реализации интерактивных технических руководств, медицине, для поддержки принятия решений по диагностике и хирургии, на транспорте, для предоставления дополнительной информации водителю, а также в образовании и игротехнике.

При этом, практическое внедрение технологий дополненной реальности сопряжено с рядом трудностей, связанных с особенностями организации пользовательского интерфейса. В среде дополненной реальности отсутствуют границы экрана, при этом появляется глубина восприятия наблюдаемой сцены, а различные наблюдаемые объекты и элементы управления могут перекрываться, а иногда мешать друг другу. Для решения этой проблемы необходимо разрабатывать новые принципы размещения элементов пользовательского интерфейса в пространстве, для чего требуется изучать и понимать закономерности процессов деятельности пользователей в виртуальной среде дополненной реальности.

На основе практического опыта реализации ряда решений дополненной реальности был предложен новая технология акцентной (фокусной) визуализации [1], суть которой состоит в отслеживании внимания пользователей