

2. Sea Level Projection Tool. – URL: <https://sealevel.nasa.gov/ipcc-ar6-sea-level-projection-tool> (дата обращения: 22.02.2025). – Текст: электронный.
3. Sea Level Rise Viewer. – URL: <https://coast.noaa.gov/slr> (дата обращения: 21.02.2025). – Текст: электронный.
4. Анимированная карта качества воздуха в реальном времени. – URL: <https://www.iqair.com/ru/air-quality-map> (дата обращения: 24.02.2025). – Текст: электронный.
5. Захарова О. В. Вклад зеленых городов в методику оценки экологизации регионального развития / О.В. Захарова, Е.А. Карагулян, Н.В. Викторова, А.А. Еланцева. – Текст: электронный // Экономика, предпринимательство и право. – 2021. – Т. 11, № 7. – С. 1727–1744. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46397539> (дата обращения: 21.02.2025).
6. Об утверждении методических рекомендаций и показателей по вопросам адаптации к изменениям климата: Приказ Минэкономразвития Российской Федерации № 267 от 13 мая 2021 г. – Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс».
7. Glukhikh I.N. Decision support in a smart greenhouse using large language model with retrieval augmented generation / I.N. Glukhikh, T.Y. Chernysheva, Y.A. Shentsov. – DOI 10.1117/12.3035606 – Text: electronic // Third International Conference on Digital Technologies, Optics, and Materials Science (DTIEE 2024). – Bukhara, 2024. – URL: <https://www.spiedigitallibrary.org/conference-proceedings-of-spie/13217/3035606/Decision-support-in-a-smart-greenhouse-using-large-languagemodel/10.1117/12.3035606> (date of the application: 23.02.2025).
8. Изосимова К.С. Использование поисковой дополненной генерации в рекомендательных книжных системах / К.С. Изосимова, А.Ю. Соловьева, В.В. Попов, Т.Ю. Чернышева. – Текст: электронный // Информационные технологии в образовании. – 2024. – № 7. – С. 120–125. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=80287737> (дата обращения: 23.02.2025).

ВЫДЕЛЕНИЕ ТРЕНДА ПОЛЕЗНОГО СИГНАЛА ДИНАМИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА ПЕРВОГО ПОРЯДКА С ПОМОЩЬЮ ОРТОГОНАЛЬНО-БАЗИСНОЙ РЕГРЕССИОННОЙ МОДЕЛИ

*Д.А. Аверкина^а, студентка гр. 5А17, Е.А. Беляускене, ст. преподаватель
Научный руководитель: Боловин Е.В., к.т.н., доц.
Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Томская обл., г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: "daa43@tpu.ru*

Аннотация: В статье представлен разработанный метод выделения тренда полезного сигнала динамического объекта с помощью ортогонально-базисной регрессионной модели. Проведено апробирование метода на модели объекта первого порядка с предварительным наложением на сигналы шумовой составляющей.

Ключевые слова: выделение тренда полезного сигнала, метод наименьших квадратов, метод Качмажа, ортогонально-базисная регрессионная модель.

Abstract: The paper presents the developed method of trend extraction of a useful signal trend of a dynamic object using an orthogonal-basis regression model. The method is tested on the model of the first-order object with preliminary imposition of the noise component on the signals.

Keywords: useful signal trend extraction, least squares method, Kaczmaje method, orthogonal-basis regression model.

Введение.

Выделение тренда полезного сигнала является неотъемлемой частью любого технологического процесса, в котором участвует электропривод. На основании сигналов, поступающих с датчиков токов, напряжения, мощности, скорости и других в зависимости от технологического процесса, строятся системы идентификации параметров двигателей, системы управления электроприводом, прогнозирования электропотребления, диагностики состояния отдельных узлов и всего процесса в целом. Необходимо понимать, что используемые датчики в таких системах имеют ограниченную точность, с которой они получают информацию, при этом, зачастую не удаётся полностью избавиться от стационарных и импульсных шумов в измерительной системе [1, 2].

Указанные факторы приводят к необходимости выделения тренда полезного сигнала на основании данных, полученных с датчиков или иных измерительных устройств.

Построение ортогонально-базисной регрессионной модели. При разработке метода выделения тренда полезного сигнала необходимо руководствоваться следующими принципами:

1. Метод должен быть максимально простым в реализации, чтобы его можно было воссоздать на основе микропроцессов любой вычислительной мощности.
2. Полученный тренд не должен иметь фазового сдвига относительно реального сигнала.
3. Полученный тренд не должен иметь амплитудного ослабления или усиления относительно реального сигнала.
4. Метод должен иметь точность выделения тренда допустимую в инженерной практике.
5. Метод должен позволять получать аналитическую математическую запись сигнала, тем самым позволяя кроме выделения тренда получать и производные и/или интегралы от сигнала, что необходимо при построении и работы систем идентификации, диагностики, прогнозирования.

При этом необходимо понимать, что большинство электроустановок работают от трехфазной сети, в которой происходит передача и преобразование переменного тока и/или напряжения. Эта априорная дополнительная информация об объекте может быть использована при разработке математической модели выделения полезного тренда.

На основании вышесказанного был разработан метод, построенный на объясняющей ортогонально-базисной регрессионной модели [1], реализованной на тригонометрическом многочлене первой степени $F(t, a, b) = a \sin(\omega t) + b \cos(\omega t)$, где $F(t, a, b)$ – объясняющая модель, зависящая от времени t и коэффициентов a и b при составных многочлена синуса и косинуса, соответственно, ω – частота рассматриваемого сигнала.

Суть метода заключается в том, чтобы минимизировать суммы квадратов отклонений нашей объясняющей модели от экспериментальных входных данных $S(a, b) = \sqrt{(F(t_i, a, b) - B_i)^2}$, где B_i – экспериментальные входные данные, i – текущая итерация процесса выделения тренда. Для этого необходимо найти или подобрать параметры объясняющей модели a и b .

Подбор будет осуществлен с помощью метода Качмажа, так как он имеет ряд преимуществ, самые важные из которых – это сходимость итерационного процесса при любом начальном условии.

Для апробации такого метода и анализа его эффективности была построена математическая модель RL -цепочки и получены в аналитическом виде переходные процессы тока и напряжения (рис. 1 а). Данные модели следующие: активное сопротивление $R = 10$ Ом, индуктивность $L = 0.1$ Гн, входное напряжение подаваемое на RL -цепочку $U(t) = U_{\max} \cdot \sin(\omega \cdot t)$, где $U_{\max} = 10$ В – амплитудное значение входного напряжения, $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$, $f = 50$ Гц – частота входного напряжения. На переходный процесс тока был наложен 10-процентный «белый» шум [1] (рис. 1 б). Выбор такого уровня шума обусловлен данными приведенными в [4, 5] Задачей является выделение тренда из такого зашумленного сигнала.

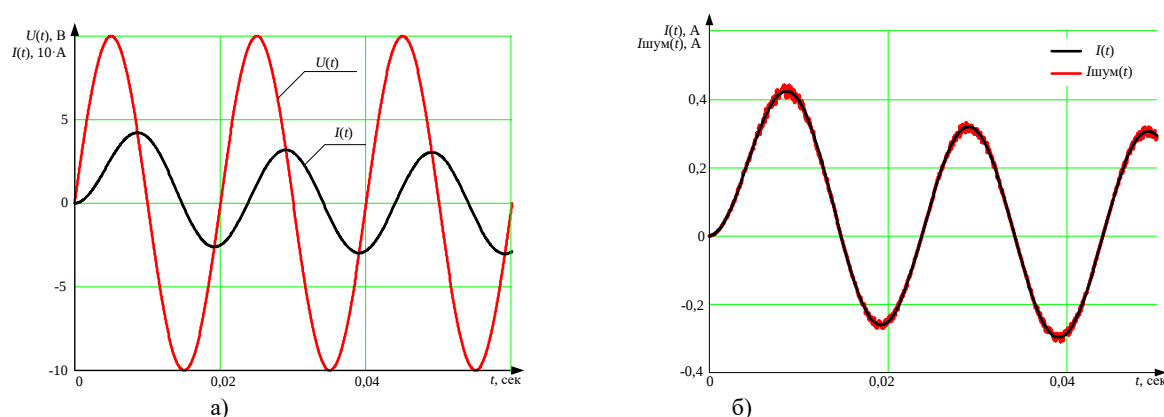


Рис. 1. Переходные процессы: а) тока $I(t)$ и напряжения $U(t)$ протекающим в RL -цепочке; б) тока $I(t)$ и тока с наложенной 10-ти процентной шумовой составляющей $I_{\text{шум}}(t)$

Реализация листинга программы нахождения параметров a и b объясняющей модели $F(t, a, b)$ при составных многочлена синуса и косинуса, соответственно, с помощью метода Качмажа, приведен на рисунке 2.

```

(a b) > for i ∈ окно..T_обуч
    FUNCotheri ←  $\frac{\sum_{s=i-OKNO}^i [(B_s) \sin(\omega t_s)] - \sum_{s=i-OKNO}^i (\sin(\omega t_s)^2) a_{i-1} - \sum_{s=i-OKNO}^i [\sin(\omega t_s) \cos(\omega t_s)] b_{i-1}}{\left[ \sum_{s=i-OKNO}^i (\sin(\omega t_s)^2) \right] + \left[ \sum_{s=i-OKNO}^i [\sin(\omega t_s) \cos(\omega t_s)] \right]^2}$ 
    ai ← ai-1 + FUNCotheri  $\sum_{s=i-OKNO}^i (\sin(\omega t_s)^2)$ 
    bi ← bi-1 + FUNCotheri  $\sum_{s=i-OKNO}^i [\sin(\omega t_s) \cos(\omega t_s)]$ 
(a b)
  
```

Рис. 2. Листинг разработанного метода выделения тренда

Входными данными B_i – является зашумленный ток, «окно» – окно просмотра на котором происходит подбор методом Качмажа на текущей итерации процесса выделения тренда, в нашем случае взято 25 точек (0,025с), h – шаг дискретизации между итерациями равный 1 мс, с учетом h период входного сигнала равен 0,02 с (20 точек), $T_{\text{обуч}}$ – период нахождения параметров a и b , в нашем случае равен 4000 точкам (4 с). На рисунке 3 представлен итерационный процесс нахождения параметров a и b .

Значения на последней итерации составили $a = 0,093$ и $b = -0,288$, что и является решением поставленной задачи. На рисунке 4 представлены полученный переходный процесс тока в RL-цепи $I(t)$ и выделенный тренд полезного сигнала $\hat{I}(t)$.

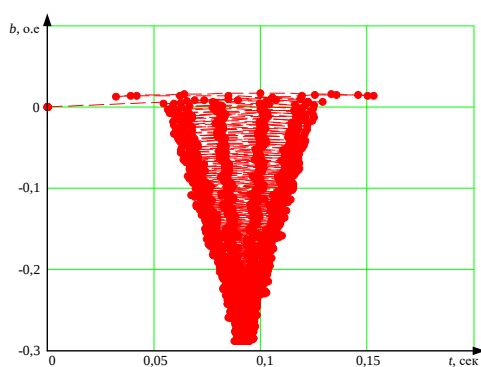


Рис. 3. Итерационный процесс нахождения параметров a и b объясняющей ортогонально-базисной регрессионной модели

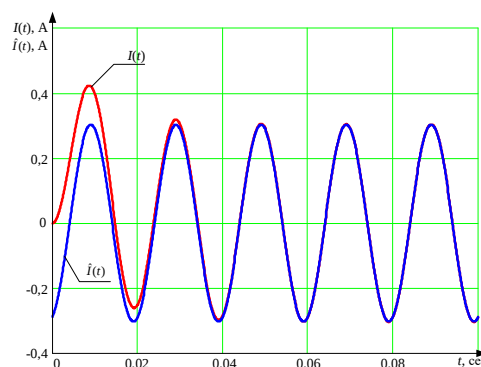


Рис. 4. Переходный процесс тока в RL-цепи $I(t)$ и выделенный тренд полезного сигнала $\hat{I}(t)$

Из рисунков 3 и 4 видно, что процесс нахождения параметров a и b объясняющей модели имеет собственный переходный процесс, который занимает около 0,05 секунд. Найдем интегральную погрешность выделенного тренда на основе данных с шумовой составляющей относительно изначально полученного переходного процесса

тока на двух участках: переходный процесс от 0 до 0,05 секунд
$$\frac{\int_0^{0,05} |B(t) - F(t, a, b)| dt}{\int_0^{0,05} |B(t)| dt} \cdot 100\% = 28,033\%$$
, установившийся

процесс от 0,05 секунд до бесконечности, в нашем случае до 20 секунд

$$\frac{\int_{0,05}^{20} |B(t) - F(t, a, b)| dt}{\int_{0,05}^{20} |B(t)| dt} \cdot 100\% = 0,479\%.$$

Заключение. Решение задачи построения регрессионной ортогонально-базисной модели с двумя параметрами позволяет осуществлять выделение тренда полезного сигнала. Разработанный метод позволяет выделить тренд сигнала, имеющего шумовую составляющую с точностью до 0,5 %, при этом полученный тренд не имеет фазового сдвига и не производит ослабление сигнала. Также благодаря постановке задачи минимизации суммы квадратов отклонений объясняющей регрессионной ортогонально-базисной модели от экспериментальных входных данных и ее решения с помощью метода Качмажа была получена модель сигнала в аналитическом виде, что позволяет применять ее для решения задач оптимизации, диагностики, идентификации параметров и прогнозирования переменных состояния всего электропривода и отдельных его частей.

Список использованных источников:

1. Saeed V. Vaseghi. Advanced digital signal processing and noise reduction, 3rd edition / V. Saeed. // John Wiley & Sons Ltd, 2006. – 480 p.
2. Майстренко А.В. Синтез, исследование и применения алгоритмов цифрового дифференцирования сигналов в системах автоматического регулирования процессов: дис. ...канд. техн. наук. – Томск, 2007. – 140 с.
3. О рациональной размерности базиса регрессионной модели для задачи адаптивного краткосрочного прогнозирования состояния дискретной нестационарной динамической системы / А.С. Глазырин, Е.В. Боловин, О.В. Архипова [и др.] // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2023. – Т. 334. – № 11. – С. 257–272.
4. Майстренко А.В. Применение методов цифрового дифференцирования сигналов для определения стационарности процессов / А.В. Майстренко, А.А. Светлаков // Научный Вестник НГТУ. – 2015 – Т. 59. – № 2. – С. 7–19.
5. Боловин Е.В. Разработка алгебраических методов идентификации параметров асинхронных двигателей на основе дискретных моделей: дис. ...канд. техн. наук. – Томск, 2018. – 271 с.

**РАЗРАБОТКА ДИЗАЙН-МАКЕТА ГЛАВНОЙ СТРАНИЦЫ САЙТА
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ**

В.С. Краснова^a, студент гр. ИСиТ-23.01

Научный руководитель: Чернышева Т.Ю., к.т.н., доц.

Тюменский государственный университет

625003, Тюменская обл., г. Тюмень, ул. Володарского, 6

E-mail: ^astud0000291447@study.utmn.ru

Аннотация: Целью работы является разработка дизайна главной страницы сайта образовательного учреждения. В рамках исследования изучена роль сайтов учебных заведений, проанализированы шаблонные решения и целевая аудитория. На основе анализа предложен дизайн, отвечающий современным требованиям к удобству и визуальной привлекательности. Результаты работы применимы для создания унифицированных и эффективных веб-ресурсов образовательных организаций.

Ключевые слова: дизайн сайта, сайт образовательного учреждения, пользовательский опыт, удобство навигации.

Abstract: The aim of the work is to develop the design of the main page for an educational institution's website. As part of the research, the role of educational websites was studied, template solutions and the target audience were analyzed. Based on the analysis, a design was proposed that meets modern requirements for usability and visual appeal. The results are applicable for creating effective web resources for educational organizations.

Keywords: website design, educational institution website, user experience, navigation convenience.

Сайты учебных заведений играют важную роль в современном образовании, повышая его качество, обеспечивая доступ к актуальной информации. Данный интернет-ресурс способен поддерживать родителей, обучающихся и преподавателей, упрощая коммуникацию между участниками образовательного процесса [1]. Наличие сайта влияет на подготовку молодежи к поступлению в образовательные организации, в том числе в учреждения среднего профессионального образования в сфере машиностроения, обеспечивая доступ к важным ресурсам и упрощая процесс обучения. В условиях быстро развивающихся информационных систем наблюдается избыток информации в сети Интернет, что приводит к формированию новых приоритетов при создании сайтов: ценность пользовательского опыта и удобство навигации.

Большинство образовательных организаций используют шаблоны для создания своих сайтов, что имеет некоторые преимущества. Во-первых, благодаря стандартизации сайты становятся предсказуемыми, что делает их удобными для пользователей. Во-вторых, использование готового шаблона сокращает затраты на разработку. Типовой дизайн становится универсальным, практичным и экономически выгодным решением. Но существующие шаблоны сайтов учебных заведений не всегда становятся удобными и доступными для большинства пользователей.