

Анализ полученных результатов показывает, что значение массы и коэффициента трения смазок вазелинового масла и глицерина различаются на 0,03.

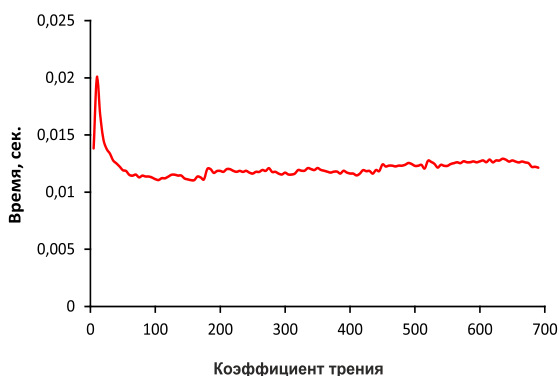


Рис. 2. График коэффициента трения

Таким образом, в ходе исследования удалось выяснить, что вазелиновое масло является наиболее хорошей основой для смазок с графеном, чем глицерин.

**Список литературы**

1. Утина А.В., Кремнев К.С. Методика оптимизации расхода смазочных материалов // Молодой ученый. – 2012. – № 2. – С. 145-148. – URL <https://moluch.ru/archive/37/4264/> (дата обращения: 15.02.2020).
2. Назначение и принцип действия фотометра фотоэлектрического <https://studfiles.net/preview/3988986/page:2/>
3. Фотометр принцип работы <http://www.texnic.ru/medtex/014medtex.html>.
4. Сканирующий атомно-силовой микроскоп [https://ru.wikipedia.org/wiki/Сканирующий\\_атомно-силовой\\_микроскоп](https://ru.wikipedia.org/wiki/Сканирующий_атомно-силовой_микроскоп).
5. Кремнев К.С., Андрончев И.К., Булатов А.А. Комплексная оптимизация расхода смазочных материалов [Текст] / К.С. Кремнев, И.К. Андрончев, А.А. Булатов // Вестник транспорта Поволжья. – № 2 (26). – Самара: СамГУПС, 2011. – С. 9-13.

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИНСТРУМЕНТОВ ВЫДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЧЕТВЕРТОЙ ФОРМАНТЫ**

Белова Е.П., Машкина И.В., Герасимов В.В.

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет», Уфа, e-mail: [elenarose2013@gmail.com](mailto:elenarose2013@gmail.com)

Характеристики четвертой форманты лежат в основе биометрического образа личности, используемого в системе аутентификации по голосу. Их выделение осуществляется посредством специального программного модуля, разработанного авторами статьи. В ходе эксперимента, участниками которого стали 7 человек, их биометрические образы были выделены с использованием разработанного программного модуля и известной программы Vard. Полученные результаты проанализированы.

Анализ рынка биометрических продуктов показывает, что аутентификация по голосу

признана одним из наиболее эффективных и экономичных методов биометрической аутентификации [1, 2]. Авторами разработан биометрический образ личности, который базируется на характеристиках четвертой форманты [3]. Целесообразность использования частоты четвертой форманты гласного звука доказана в работе [4].

Под формантой понимается концентрация энергии в ограниченной частотной области [5, 6], а под частотой четвертой форманты гласного звука – частота, соответствующая максимальному значению амплитуды выброса энергии в четвертой частотной области на спектрограмме.

Характеристики четвертой форманты включают в себя частоту начала четвертой частотной области на спектрограмме, частоту четвертой форманты и частоту конца четвертой частотной области на спектрограмме.

Данная статья посвящена выделению при помощи различных модулей частоты начала четвертой частотной области на спектрограмме и частоты конца четвертой частотной области на спектрограмме.

В работе применяются следующие обозначения:

- $F_4$  – частота четвертой форманты;
- $F_{4s}$  – частота, определяющая начало четвертой ограниченной частотной области на спектрограмме;
- $F_{4f}$  – частота, определяющая конец четвертой ограниченной частотной области на спектрограмме.

Каждый из 7 человек, принявших участие в эксперименте, по 10 раз произносили каждый из трёх гласных звуков: «А», «О» и «Э».

Характеристики четвертых формант данных гласных звуков автоматически выделены при помощи разработанного авторами данной статьи модуля [7].

В программе Vard [8] выделение соответствующих частот начала и конца четвертой ограниченной частотной области на спектрограмме осуществляется в ручном режиме. В ходе проведения сравнительного анализа сформированы 42 таблицы (по 7 таблиц (так как 7 пользователей) на каждый гласный звук для представления значений частот начала четвертой частотной области и аналогичным образом сформированные 21 таблица – для значений частот конца четвертой частотной области). Пример одной из них – табл. 1.

Итоговый сравнительный анализ полученных результатов при сравнении полученных значений частоты начала четвертой частотной области приведён в табл. 2.

Итоговый сравнительный анализ полученных результатов при сравнении полученных значений частоты конца четвертой частотной области представлена в табл. 3.

Таблица 1

Сравнение величин частоты начала четвёртой частотной области гласного звука «Э», произнесённого первым пользователем, Гц

Модуль/Номер реализации	1	2	...	8	9	10	Среднее
Bard	799,83	793,96	...	700,09	747	743,29	774,057
Авторский модуль	758,67	750,91	...	738,64	716,6	725,12	741,419
Отклонение	41,16	43,05	...	38,55	30,4	18,17	45,136

Таблица 2

Сравнительный анализ величин частоты начала четвёртой частотной области гласных звуков, Гц

Гласный звук	А	О	Э	Среднее
Величина среднего отклонения	44,22	33,42	33,61	37,08

Таблица 3

Сравнительный анализ величин частоты конца четвёртой частотной области гласных звуков, Гц

Гласный звук	А	О	Э	Среднее
Величина среднего отклонения	45,91	42,12	26,30	38,11

Эксперимент показал, что отличия между автоматическим и ручным способами выделения характеристик четвёртой форманты не превышают пределы нормы. Полученные средние величины отклонения, 37,08 Гц и 38,11 Гц, соответствуют погрешностям, обусловленным неточностями ручного измерения, то есть человеческим фактором. Модуль, разработанный авторами данной статьи, показал высокую эффективность при решении поставленной перед ним задачи.

#### Список литературы

1. Мировой рынок биометрических систем 2015-2022 гг. Обзор рынка, январь 2017 г. // режим доступа: [http://json.tv/ict\\_telecom\\_analytics\\_view/mirovoy-rynok-biometricheskikh-sistem-2015-2022-gg-20170119025618](http://json.tv/ict_telecom_analytics_view/mirovoy-rynok-biometricheskikh-sistem-2015-2022-gg-20170119025618), свободный.
2. Сорокин В.Н. Верификация диктора по спектрально-временным параметрам речевого сигнала / В.Н. Сорокин, А.И. Цыплихин // Информационные процессы. 2010. Т. 10. № 2. С. 87-104.
3. Машкина И.В., Белова Е.П. Разработка нейросетевой базы данных биометрических образов на основе нескольких параметров спектров гласных звуков для системы аутентификации и авторизации по голосу // Безопасность информационных технологий № 3, Москва, 2019, с. 90 – 102.
4. Belova Ye.P., Mashkina I.V., Research Results of Artificial Neural Network for User Authentication According to Frequency of Fourth Formant of Vowel Sound Phoneme // Сборник научных трудов «2018 International Russian Automatisatation Conference (RusAutoCon)», издательство: институт IEEE, номер DOI: 10.1109/RUSAUTOCON.2018.8501680, 2018 г. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8501680>.
5. Рабинер Л.Р., Шафер Р.В. Цифровая обработка речевых сигналов. – М.: Радио и связь, 1981. – 496 с.
6. Сидоренко И.А., Кускова П.А. О спектральном анализе фонем с использованием звуковых редакторов [Текст] / Научные ведомости БелГУ, серия История. Политология. Экономика. Информатика. 2013. № 22 (165). С. 246 – 250.
7. Герасимов В.В., Белова Е.П., Машкина И.В. Выделение характеристик четвёртой форманты гласного звука // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ от 3 апреля 2019 года № 2019614367.
8. Bard 0.1.7 // режим доступа: <http://psi-logic.narod.ru/bard/bard.htm>, свободный.

#### ПЛАНИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОДУКЦИИ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Братченко Е.А., Дворянинова О.П.,  
Клейменова Н.Л., Назина Л.И.

ФГБОУ «Воронежский государственный университет инженерных технологий»,  
Воронеж, e-mail: [kbbratchenko@mail.ru](mailto:kbbratchenko@mail.ru)

В ходе планирования проектирования и разработки на предприятии, если это целесообразно, оформляются планы (графики) проектирования, которые устанавливают этапы проектирования и разработки; проведение анализа, верификации и валидации на соответствующих этапах проектирования и разработки; ответственность, полномочия и взаимодействие между подразделениями и должностными лицами, участвующими в проектировании и разработке. При необходимости планы (графики) по ходу проектирования и разработки конструкторских документов могут актуализироваться. Документация, разработанная сторонней организацией, проходит на предприятии входной контроль на соответствие требованиям, установленным в контракте или договоре.

В ходе планирования процесса проектирования и разработки осуществляется:

- определение и разработка специальных характеристик процесса;
- проведение анализ видов и последствий потенциальных несоответствий;
- разработка планов качества;
- построение структур функций качества.

Входные данные, относящиеся к требованиям к продукции, определяются, анализируются на достаточность и оформляются в виде технического задания. Входные данные включают: функциональные и эксплуатационные требова-