

Universities are becoming a catalyst for sustainable development, development in innovative ecosystems. Knowledge sharing is critical to compliance; social entrepreneurship is essential for sustainable social change. The ideal result would be a real integration of education, science and industry, which would become one of the main factors in the development of the state.

### **Список использованных источников**

1. Бурджалова Ф., Гонтмахера Е., Гришина И. Социальная составляющая инновационного развития. М.: ИМЭМО РАН, 2013. – 135с.
2. Тиа Луккола (Европейская ассоциация университетов) Может ли обеспечение качества помочь университетам стать двигателями инноваций? // Бюллетень «Высшее образование в мире». 2019. №14.

УДК 004.9

**А.И. Урбанович, А.М. Кадан, С.А. Зайкова**  
Гродненский государственный университет имени Янки Купалы  
г. Гродно Республика Беларусь

### **ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОФИЛАКТИКИ И ДИАГНОСТИКИ ТИННИТУСА**

*Аннотация.* В статье обсуждается реализация программного решения, предназначенного для проведения диагностики тиннитуса у максимально широкой аудитории пользователей. Основной частью кроссплатформенного приложения является логика генерации звука. В основе экспериментов – проведение тональной аудиометрии и калибровка наушников вне зависимости от модели и качества.

**A.I. Urbanovich, A.M. Kadan, S.A. Zaikova**  
Yanka Kupala State University of Grodno, Republic of Belarus

### **APPLICATION FOR THE PREVENTION AND DIAGNOSIS OF TINNITUS**

*Summary.* The article discusses the implementation of a software solution designed to diagnose tinnitus for the widest possible audience of users. The main part of a cross-platform application is the sound generation logic. Experiments are based on tonal audiometry and headphone calibration, regardless of model and quality.

Информационные технологии, включая специализированные программные решения, мобильные приложения, в настоящее время являются незаменимым помощником и движущей силой в любых сферах деятельности, не только делая комфортным работу специалиста и обычного потребителя с любыми знаниями, но и помогая обрабатывать и систематизировать большие объемы данных за относительно короткое время [1, 2].

Информационные технологии здравоохранения – это применение обработки информации с программного обеспечения, которое занимается хранением, поиском, совместным использованием медицинской информации, данных и знаний для связи и принятия решений. Технология представляет компьютеры и атрибуты связи, которые могут быть объединены в сеть для создания систем для перемещения информации о состоянии здоровья [3, 4].

Самые технологичные и востребованные решения, в данный момент, разрабатываются в сфере цифровой экономики, финансовых технологий, безопасности, систем дистанционного образования, и конечно медицине, с которой непосредственно и связана наша основная задача исследования. Согласно последним статистическим исследованиям, не менее двадцати процентов пользователей мобильных телефонов используют современные мобильные приложения, позволяющие следить за своим здоровьем, корректировать образ и качество жизни, подсказывать изменения состояния организма, проводить профилактику.

Практическая значимость работы состоит в проектировании, разработке и реализации кроссплатформенного приложения, предназначенного для проведения диагностики тиннитуса у пациента и подбора для него индивидуального маскирующего шума. Приложение обеспечивает возможность программно-аппаратной генерации звука с возможностью настройки частоты и громкости, реализуемой при помощи синусоидальной звуковой волны; проведение тональной аудиометрии с использованием разработанного метода генерации звука, ориентированные на использование смартфона; калибровку наушников для возможности проведения аудиометрии с использованием смартфона вне зависимости от модели и качества наушников.

Для разработки мобильного приложения был выбран фреймворк Flutter (Dart). Flutter – молодая, но очень многообещающая платформа, уже привлекающая к себе внимание крупных компаний-разработчиков. Платформа отличается простотой разработки и скоростью работы наравне с другими популярными нативными приложениями.

Независимо от поставленных в данный момент времени целей – будь то проведение тональной аудиометрии, или проведение сеансов шумометрии, основной частью приложения является логика генерации звука определенной частоты, громкости и восприимчивости. В первую очередь, стояла задача простейшей реализации генерации звука заданной частоты.

Наиболее простой формой звуковой волны является синусоидальная волна. При наличии всех переменных, требуемых для генерации звука, а именно – частоты звука необходимой для генерации и частоты дискретизации аудио простейшим вариантом реализации является следующая запись:

$$\sin \left( i * \left( (2 * \pi) * \frac{f}{sampleRate} \right) \right), \quad (1)$$

где  $i$  – индекс итерации цикла (начинающийся с 0 и его максимальное значение зависит от требуемой длины данного звука),

$f$  – частота необходимого в эксперименте звука (125, 250, 1000, 5000 и т.д.),

$sampleRate$  – частота дискретизации, от которой зависит то насколько большое мы сможем взять значение  $f$  (текущим значением будем использовать стандартное 44100 Гц, что позволит нам генерировать звук до 20000 Гц).

Для расчета амплитуды нам необходимо использовать весовую функцию  $A$  (*A-weighting*). Весовая функция  $A$  является наиболее часто используемой из семейства кривых, определенных в международном стандарте IEC/CD 1672 и различных национальных стандартах, касающихся измерения уровня звукового давления.

Весовая функция  $A$  применяется к измерению инструментами уровням звука, чтобы учесть относительную громкость, воспринимаемую человеческим ухом, поскольку ухо менее чувствительно к низким звуковым частотам. Она используется путем арифметического добавления значений из таблицы, в которой перечислены октавы, к измеренным уровням звукового давления в дБ. Результирующий логарифмический метод обычно добавляют, чтобы получить единственное значение весовой функции  $A$ , описывающее звук; единицы измерения записываются как дБ ( $A$ ). Также есть и другие весовые функции –  $B$ ,  $C$ ,  $D$  и  $Z$ .

Таким образом, при помощи данной весовой функции, мы сможем вести расчеты в удобных для анализа и демонстрации

единицах измерения дБ(А). Согласно упомянутому ранее стандарту для расчетов нам понадобятся следующие константы: 20.598997, 107.65265, 737.86223, 12194.217 и частота звука необходимого для соответствующей эксперименту генерации.

Сама же функция расчета включает в себя (2):

$$- \left( 10 * \log \left( \frac{\text{pow}(10,16) * 3.5 * \text{pow}(f,8)}{\text{pow}(20,6^2 + f^2,2) * (107,65^2 + f^2) * (737,86^2 + f^2) * \text{pow}(12194,22 + f^2,2)} \right) \right), \quad (2)$$

где  $f$  – частота необходимого для генерации звука.

Таким образом, мы получаем значение весовой функции  $A$ , которое сможем в последующем использовать для расчета амплитуды. Функция генерации звука в таком случае будет учитывать следующее. Для того чтобы достичь желаемого эффекта воспроизведения «пикающего» звука нам необходимо использовать функцию «противоположную» косинусу в качестве модификатора (3):

$$\text{Ampl} * \sin \left( i * \left( (2 * \text{Pi}) * \frac{f}{\text{sampleRate}} \right) \right). \quad (3)$$

Основная идея состоит в том, чтобы в рамках продолжительности текущего звукового сигнала (приблизительно секунда), половину от этого времени заменить тишиной, а вторую оставить без изменений. Фактически реализация данной задумки состоит в обычном условии проверки. При генерации модификатора протяженности размером в экспериментальный звук (одна секунда), если мы находимся в первой половине – возвращать единицу, иначе нуль.

В рамках исследования тиннитуса одной из методик профилактики было выбрано воспроизведение аудио файла пользователю с измененным уровнем звука (дБ) на определенных частотах, в зависимости от результатов шумомерии, которую пациент проходит для идентификации того, как приблизительно может выглядеть звуковая волна его шума.

Для изменения уровня звука на заданных частотах необходимо использовать быстрое преобразование Фурье (БПФ/FFT). В итоге

данные преобразования проводились в Unity посредством языка C#; готовый модуль интегрировался во Flutter приложение.

*Алгоритм* состоит в следующем. Собираем данные аудио файла со всех каналов в один массив. Определяем количество итераций необходимых для обработки данных из массива через 1024 сэмпла. Для каждой из итерации забираем 1024 сэмпла из массива аудио данных и преобразовываем их через БПФ, получая данные небольшого участка аудиофайла. Обрабатываем полученные данные заменяя данные там, где амплитуда частоты превышает определенный порог и выставляем уровень звука на необходимое для этой частоты количество децибел. Проводим ОПФ и записываем итоговые данные в аудиофайл, который в последствии воспроизводим.

Помимо этого, на следующем этапе было реализовано еще несколько функций по изменению звука, которые так же призваны помочь в профилактике тиннитуса. Например, вырезание из звука частот на которых у пациента в наивысшей степени наблюдается шум.

Данные о прохождении профилактики, а также ее результатах в рамках тестирования кросс-платформенного приложения врачом оториноларингологом в условиях УЗ «Гродненская университетская клиника», с согласия пользователя, в настоящее время собираются на сервере для последующей обработки и вынесения дополнения в методику и функционал приложения, с доказательной базой по профилактике тиннитуса.

*Таким образом*, успешно реализовано современное программное средство, предназначенного для проведения диагностики тиннитуса и подбора для него индивидуального маскера шума. Основной частью кроссплатформенного приложения является логика генерации звука определенной частоты, громкости и восприимчивости. Новое программное решение может помочь специалистам отоларингологам проводить диагностику и профилактику тиннитуса у максимально широкой аудитории пациентов.

#### **Список использованных источников:**

1. Урбанович, А.И. Расширение возможностей языка разметки AIML для создания интеллектуальных чат-ботов / А.И. Урбанович, А.М. Кадан // Информационные технологии и системы 2019 (ИТС 2019) = Information Technologies and Systems 2019 (ITS 2019): материалы Международной научной

- конференции, Минск, 30 октября 2019г. – Минск : БГУИР, 2019. – С. 276-277.
2. Зайкова, С.А. Мобильное приложение с использованием AR-технологий для визитных карт / С. А. Зайкова [и др.] // Актуальные теории, концепции, прикладной характер современных научных исследований: сборник научных статей по итогам Международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 30–31 мая 2019г. – Спб.: Изд-во СПбГЭУ, 2019. – С. 32-34.
  3. Дюк, В.А. Информационные технологии в медико-биологических исследованиях /В.А. Дюк, В.С. Эммануэль . – СПб.: Питер, 2003. – 528с.
  4. Арунянц, Г. Информационные технологии в медицине и здравоохранении / Г. Арунянц, Д.Н. Столбовский, А.И. Калинин. – Ростов н/Д.: Феникс, 2009. – 381с.

УДК 630\*181(182.5)

**С.К. Фарбер, Н.С. Кузьмик, Е.В. Горяева**

Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН – обособленное подразделение ФИЦ  
КНЦ СО РАН  
Красноярск, Российская Федерация

### **СТОИМОСТНАЯ ОЦЕНКА ЛЕСОВ (НА ПРИМЕРЕ СОСНОВОГО НАСАЖДЕНИЯ КУРОРТА «ОЗЕРО УЧУМ»)**

***Аннотация.** Стоимость насаждения (С) представлена как сумма экосистемных функций:  $C = \sum C_i$ , где  $C_i$  стоимость  $i$  – й функции. После внешнего воздействия стоимость будет равна  $\sum K_i \cdot C_i$ , где  $K_i$  - корректирующий коэффициент. Разность  $\sum C_i - \sum K_i \cdot C_i$  есть величина ущерба. Выявлено, до пожара стоимость сосново-лиственничного насаждения составляла 156 700 руб./га; после пожара стоимость уменьшилась до 27 819 руб./га; ущерб определен в размере 128 881 руб./га.*

**S. K. Farber, N. S. Kuzmik, E. V. Goryaeva**

V. N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch  
Federal Research Center Krasnoyarsk Scientific Center, Russian Academy of Sciences,  
Siberian Branch  
Krasnoyarsk, Russian Federation

### **VALUATION OF FORESTS (ON THE EXAMPLE OF A PINE PLANTATION OF THE RESORT "LAKE UCHUM")**