

При клинической оценке результатов исследования мы исходили из того, что повышение в моче уровня аргинина и лизина в развитии кристаллурии, нефролитиаза и нарушения функции почек особой роли не играет: определяющим в механизмах формирования камней считается уровень цистина [3]. Как и при многих наследственных заболеваниях, нарушение метаболизма цистина может иметь легкую форму, когда его повышение в моче не достигает высокой степени, не сопровождается изменениями мочевого осадка и не приводит к образованию камней [3]. В анализируемой выборке увеличение количества экскретируемых цистина, аргинина и лизина не сопровождалось клиническими симптомами и отклонением от нормы показателей общего анализа мочи. В итоге наличие повышенного уровня цистина в моче было расценено нами как выражение гиперцистинурии, свидетельствующей о необходимости динамического наблюдения за данной категорией обследованных, у которых в последующем может быть повышен риск образования цистиновых камней в почках. Формирование камней может начинаться в детстве, но пик заболеваемости приходится на второе и третье десятилетия жизни.

#### Заключение

Учитывая, что условием для образования цистиновых камней в мочевой системе является превышение физиологических значений содержания в моче цистина, констатации только наличия этой аминокислоты в моче методом качественной диагностики недостаточно. Для объективной оценки состояния метаболизма цистина с целью формирования группы риска развития цистинового нефролитиаза необходима оценка степени выраженности цистинурии. Своевременное определение характера метаболических нарушений у конкретного пациента позволит разработать дифференцированную персонифицированную программу мероприятий по профилактике камнеобразования в почках.

#### Список литературы

1. Титов В. Н., Дугин С. Ф. Протеомика, метаболомика и будущее клинической лабораторной диагностики // Клиническая лабораторная диагностика. 2007. № 1. С. 23-34.
2. Арчаков А. И. Биоинформатика, геномика и протеомика – науки о жизни XXI столетия // Вопросы медицинской химии. 2000. – Т. 46. – № 1. – С. 4-7.
3. Игнатова М.С. Наследственные и врожденные нефропатии // Нефрология; под ред. И. А. Тареевой. М.: Медицина, 2000. – С. 337-371.

УДК 616.28-008.1 -08:621.395.721.5

### ПЛАТФОРМА СКРИНИНГОВОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ СЛУХА У ДЕТЕЙ РАННЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА НА ОСНОВЕ СМАРТФОНА

М.И. ВАШКЕВИЧ<sup>1</sup>, О.Г. ХОРОВ<sup>2</sup>, А.А. ПЕТРОВСКИЙ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
ул. П. Бровки, 6, г. Минск, 220013, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Гродненский государственный медицинский университет  
ул. М. Горького, 80, г. Гродно, Республика Беларусь

**Аннотация.** В работе описывается платформа скринингового обследования слуха у детей раннего школьного возраста. В качестве аппаратно-программной платформы выступает смартфон с разработанной программой реализующей проверку слуха, анализ полученной аудиограммы, хранение и передачу данных. Практическое применение указанной разработки позволило выявить неучтенные патологии слуха у 3% школьников г. Гродно в возрасте 8–10 лет, участвовавших в пилотном испытании.

**Ключевые слова:** скрининг слуха, мобильно приложение.

**Abstract.** The paper presents platform for hearing screening survey for school-aged children. The platform is based on a smartphone with installed program that implements hearing test, audiogram analysis, data storage and transmission. Practical application of the technology allows to detect unaccounted hearing pathology in 3% schoolchild (Grodno city) in ages 8-10, that participate in pilot trial.

**Keywords:** hearing screening, mobile application.

#### Введение

Снижение слуха у детей – это социальная, экономическая и личностная проблема, препятствие для получения полноценного образования, основа для психоэмоциональных и речевых расстройств. Проведение скрининга слуха у детей дошкольного и школьного возраста с помощью аппаратных методов в Республике Беларусь не производится, как и в других странах постсоветского пространства. Выявление слабослышащих детей осуществляется с помощью обычных методов исследования шепотной и разговорной речи, что не может дать объективных данных о слухе ребён-

ка. После такого отбора проводятся аудиометрические исследования или тимпанометрия. В 2011 году в Европе принят Консенсус об аудиологическом скрининге детей школьного возраста, а первые пилотные исследования подобного рода были проведены в 2006 году в Польше [1].

В настоящее время широкое распространение смартфонов делает их привлекательной платформой для использования во многих областях человеческой деятельности. В настоящей работе рассматривалась возможность использования смартфона в качестве аппаратной основы для проведения скринингового обследования слуха у детей школьного возраста. Такая возможность оправдывается тем, что несколько лет назад уже было предложено использовать смартфон в качестве вспомогательной технологии для слабослышащих (англ. *Hearing Assistive Technology*) «Petralex» в [2]. Применимость данной технологии для коррекции слуховых нарушений была подтверждена в [3].

#### Теоретический анализ

Целью скрининга является массовое обследование группы людей для выявления случаев заболевания на начальной фазе и своевременного оказания медицинской помощи. Для профессионального выполнения скрининга требуется дорогостоящее аудиологическое оборудование. Однако на современном этапе развития появилась реальная возможность использовать аппаратно-программную платформу смартфона для проведения скринингового обследования слуха (рис. 1).

Любой современный смартфон оснащен аудиоподсистемой с помощью которой можно генерировать звуковые сигналы с частотой дискретизации 44100 Гц, что более чем достаточно для реализации на нем тестов тональной аудиометрии.

Естественным возражением против предлагаемого подхода может быть то, что смартфон с подключенными наушниками не является откалиброванным оборудованием. Однако, если принять во внимание, что целью скрининга является не точное определение порогов слышимости, а выявление тех людей, чей слух отличается от усредненного порога слышимости, то данное возражение теряет свою силу.



Рис. 1. Смартфон с подключенными наушниками и запущенной программой для скрининга

#### Методика

**Калибровка оборудования.** Тестирование производится при помощи обычных наушников относительно усредненного порога слышимости. Для получения усредненного порога слышимости выполняется калибровка, в процессе которой для данного телефона и данного вида наушников определяются пороги слышимости у 10 здоровых молодых людей с хорошим слухом. Полученные результаты усредняются и принимаются за «усредненный порог слышимости».

**Процедура тестирования.** Тестирование слуха выполняется отдельно для правого и левого уха методом тональной аудиометрии на частотах 125, 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000 и 8000 Гц. В качестве тестового сигнала подается тональный сигнал заданной частоты с плавно нарастающей амплитудой. В момент, когда пользователь начинает слышать тон, он нажимает кнопку.

**Хранение и обработка данных.** Все результаты прохождения тестирования сохраняются на смартфоне и могут быть высланы на электронный ящик в формате таблицы Excel.

## Экспериментальная часть

### Эксперимент 1.

Целью эксперименты было дать оценку качеству исследования слуха с помощью смартфона. В ходе эксперимента сравнивались результаты исследования слуха, полученные с помощью мобильного приложения и при помощи стандартного аудиометра. Участниками эксперимента выступали лица (41 человек) с уже установленным аудиологическим диагнозом, у которых была известна степень потери слуха. С помощью аудиометра нарушение слуха по частотам было зарегистрировано у 41 человека. Проверка слуха с использованием смартфона также выявила нарушения слухового восприятия у 41 человека. Совпадение отклонений от нормального слуха было установлено у всех пациентов. Таким образом, совпадение результатов составило 100 %.

### Эксперимент 2.

На базе общеобразовательной школы г. Гродно были проведены организационные мероприятия и осуществлено пилотное обследование учащихся. Всего в испытания было обследовано 198 детей, возраст которых составил 8 -10 лет. Из них было выявлено нарушение слуха у 6 детей (3%), которые были направлены на дообследование в сурдологический кабинет Гродненской областной клинической больницы.

На рис. 2 показаны примеры аудиограмм детей, не прошедших слуховой тест. Красной точкой на графиках отмечается слуховой порог, который превышает норму больше, чем на 25 дБ.

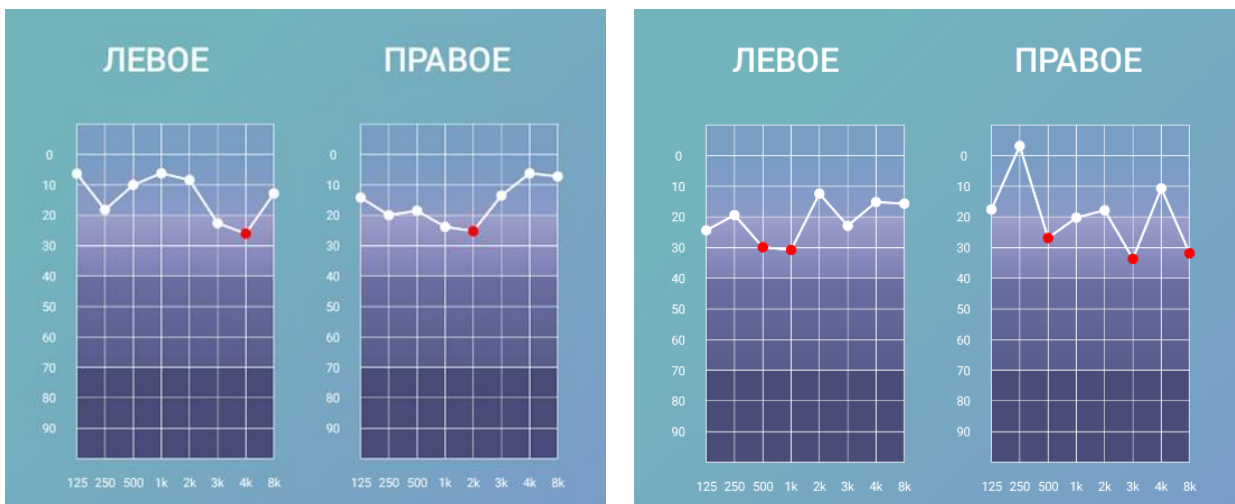


Рис. 2. Примеры аудиограмм детей не прошедших тест

В последствии, детям, у которых было найдено отклонение от нормального слухового восприятия были поставлены следующие диагнозы: в 2 случаях выявлена односторонняя нейросенсорная тугоухость; в 1 случае двухсторонняя нейросенсорная тугоухость; в 2 случаях двухсторонний экссудативный средний отит; в 1 случае – адгезивный средний отит.

### Результаты и их обсуждение

Дети не всегда понимают, когда фиксировать услышанный звук в наушнике нажатием на кнопку, а продолжают слушать звуки.

Девочки намного быстрее схватывают суть метода, более быстро и качественно проходят тест.

При непрохождении теста с первого раза или когда имеется снижение слуха хотя бы на одной частоте, даётся вторая попытка, при которой дети обычно справляются с прохождением теста (вторая попытка была предоставлена 9 детям, 7 из которых успешно прошли тест). Не все дети в классе проходят исследование, ввиду отказа родителей в проведении данной процедуры.

### Закключение

Проведенные исследования показывают, что смартфон с программным обеспечением, обеспечивающим прохождение теста слуха может быть использован для проведения скрининга у детей школьного возраста по выявлению нарушений слуха. Преимущества метода: простота, доступность, качество. Проведенное обследование слуха на базе предлагаемой платформы среди учащихся общеобразовательной школы г. Гродно позволило выявить патологии слуха у 3% детей в возрасте от 8-10 лет.

### Список литературы

1. Kochanek, K. "A Universal Computer Audiometer for Objective Hearing Testing and Screening" / K. Kochanek, L. Sliwa, J. Zajac, H. Skarzynski // IEEE International Workshop on Medical Measurement and Applications, Warsaw, Poland, May 4-5, 2007. – pp. 1–3.
2. Азаров И.С. Система коррекции слуха на мобильной вычислительной платформе / И.С. Азаров, М.И. Вашкевич, С.В. Козлова, А.А. Петровский // Информатика. – 2014. – № 2 (42). – С. 6–25.
3. Козлова С.В. Применение мобильного приложения Petralex для коррекции слуховых нарушений / С.В. Козлова, М.И. Вашкевич // Оториноларингология. Восточная Европа. – 2018. – №1. – С. 81–89.

## ИК СПЕКТРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ИСХОДНЫХ МАТРИЦ НА ОСНОВЕ ПОЛИЭТИЛЕНА И ПОЛИПРОПИЛЕНА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИОСПЕЦИФИЧЕСКИХ СОРБЕНТОВ

Е.В. КОРОЛИК, М.В. ГОЛЬЦЕВА, В.А. ЖУКОВСКАЯ, Г.Г. ЛУБНЕВСКАЯ, А.А. ИВАНОВ

*Белорусский государственный медицинский университет, Республика Беларусь*

**Аннотация.** Методом ИК спектроскопии проведен анализ структуры модифицированных матриц на основе различных гранул полиэтилена и полипропилена для получения биоспецифического сорбента. Показано образование привитой полиакриловой кислоты в результате радиационной прививочной полимеризации акриловой кислоты на гранулах полиэтилена и полипропилена. Установлено, что при повышении дозы облучения свыше 6 Гр происходит разрушение кристаллической структуры, характерной для исходного ПЭ, что приводит к увеличению степени прививки ПАК на ПЭ.

**Ключевые слова:** ИК спектры, полиэтилен, полипропилен, радиационная прививочная полимеризация, акриловая кислота, биоспецифический сорбент.

**Abstract.** The structure of modified matrices based on various granules of polyethylene and polypropylene was analyzed using IR spectroscopy to obtain a biospecific sorbent. The formation of grafted polyacrylic acid as a result of the radiation graft polymerization of acrylic acid on polyethylene and polypropylene granules is shown. It was established that with an increase in the irradiation dose above 6 Gy, a destruction of the crystal structure characteristic of the initial PE occurs, which leads to an increase in the degree of drafting of PAA on PE.

**Keywords:** infrared spectrum, polyethylene, polypropylene, radiation graft polymerization, acrylic acid, biospecific sorbent.

### Введение

Существует целый ряд заболеваний, при которых даже самая современная медикаментозная терапия не приносит желаемых результатов. В таких случаях эффективными оказываются методы эфферентной терапии, один из которых – гемосорбция [1]. Данный метод заключается в избирательном извлечении из крови патогенетически значимых компонентов и метаболитов, а также белков, пептидов, липидов и их производных. Для этого используются биоспецифические сорбенты. Они состоят из носителя - вещества, составляющего основу сорбента – матрицы, и иммобилизованного на нем биоспецифического лиганда, который обеспечивает селективное извлечение из биологических сред токсических метаболитов. Для установления физико-химических свойств разрабатываемого сорбента возможно использование как химических, так и высокочувствительных спектроскопических методов. Колебательная спектроскопия раскрывает при этом обширные возможности для детального анализа структуры получаемого биоспецифического гемосорбента. Метод инфракрасной спектроскопии является одним из немногочисленных комплексных методов, позволяющим установить качественные и количественные изменения в процессах модификации полимеров, являющихся матрицей гемосорбента, а так же способа присоединения к последней лиганда.

**Цель данной работы** – ИК спектроскопическое исследование структуры исходных и модифицированных матриц на основе полиэтилена и полипропилена путем радиационной прививки акриловой кислоты с целью их дальнейшего использования в качестве матриц для биоспецифического гемосорбента.

### Материалы и методы

В работе исследовались образцы исходных матриц и матриц биоспецифических сорбентов на основе полиэтилена (ПЭ) и полипропилена (ПП), модифицированных радиационной прививочной полимеризацией акриловой кислотой (АК). В качестве исходных материалов использовался ПЭ высокого давления (гранулы 3,0×5,0 и 1,5×3,0 мм) марки 15803-020 (ГОСТ 16337-77) и ПП марки Бален – 01130, ГОСТ 12.1.044 (гранулы – не менее 2 мм и 3,0×5,5 мм). Прививку полиакриловой кислотой (ПАК) на ПЭ и ПП проводили методом радиационной прививочной полимеризации