**Экспресс-метод контроля состояния почек для определения поражения на ранней стадии**

**Вакорина Д.В.1, *Давыдова Д.В.* 2**

студенты

*Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, факультет инфокоммуникационных сетей и систем, Санкт-Петербург, Россия1*

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,* *институт компьютерных наук и кибербезопасности, Санкт-Петербург, Россия2*

E–mail: cementary.ley@gmail.com

Введение

В современном мире болезнь почек после сердечно-сосудистых заболеваний выходит на второе место у людей, как основная причина смерти. Российская Федерация не исключение. Факторов, которые сейчас в мире влияют на увеличение числа случаев заболевания почек с образованием в них камней различных размеров у людей достаточно много. Они начинаются с экологии, неправильного питания по причине перегрузок на работе, высокого уровня стрессовых ситуаций и прочие. Многие люди не замечают начала поражения почек и образование камней на первичной стадии болезни. Человек в это время может себя неплохо чувствовать и быть работоспособным, временно возникающее недомогание люди связывают с другими причинами. Проведенные врачами исследования показали, чем раньше будет выявлено поражение почек, тем более эффективным и успешным будет курс их лечения. Вероятность восстановления почти всех функций почек увеличивается с тем на какой стадии было обнаружено поражение почек (ранняя стадии – самая высокая вероятность). В такой ситуации большую роль играют быстрые, доступные и надежные методы экспресс-контроля обнаружения поражения почек, особенно на ранней стадии.

Экспресс-метод измерения и результаты исследований

В настоящее время разработаны различные методы экспресс-контроля. Наиболее широко применяемых из самых доступных - это тест-полоски, урометр, мочевой анализатор. Проведенные различные исследования показали, что эти методы не позволяют обнаружить болезнь на ранней стадии. Только в клинике можно достоверно сделать. В моей работе предлагается новый и доступный метод диагностики болезни почек на ранней стадии, который связан с экспресс-контролем мочи на основе рефрактометрических измерений, которые обладают высокой точностью (погрешность измерения показателя преломления мочи 5\*10-5).

Мною был проведен анализ различных исследований, связанных с определением поражения почек на ранней стадии. Его результаты показали, что на этой стадии болезни наибольшие изменения происходят в следующих трех параметрах мочи (осмолярность - Os, наличие (концентрация Nb) твердых веществ в ней и размер белковых соединений - Db, а также (плотности мочи ρm)). Предлагается связать изменения значений этих трех-четырех параметров с изменением показателя преломления мочи. Для этого необходимо реализовать измерения показателя преломления мочи на трех длинах волн: λ1 = 436,4 нм, λ2 = 589,3 нм, λ3 = 657,2 нм (стандартный состав длин волн для волнового рефрактометра, принцип работы которого основан на полном внутреннем отражении). Для использования четырех параметров надо выполнить измерения на четырех длинах волн. И выполнить градуировки изменения значений Os, Nb, Db и ρm от изменения значений показателей преломления $n\_{λ\_{1}}$, $n\_{λ\_{2}}$, $n\_{λ\_{3}}$ и $n\_{λ\_{4}}$ в пробах мочи при различных её температурах Т (неизвестных в дальнейших три-четыре компоненты, три-четыре уравнения (градуировки) для каждой длины лазерного излучения (в итоге 9-12 градуировочных кривых). Достоверность результатов с увеличением числа измерений на различных длинах волн возрастает. Поэтому в новой разработанной в будущем конструкции рефрактометра необходимо будет задействовать еще одну длину волны λ4 = 505.3 нм (зеленое излучение). Достоверность измерений еще увеличиться.

На начальных этапах подготовки к исследованию было предложено создание модельных растворов, важным аспектом которых является анализ биофизических свойств образцов с известным составом. С помощью моделей растворов будут установлены теоретические показатели определения состояния почек, поэтому были приготовлены образцы для рассмотрения 3-х разных случаев: 1. Здоровый человек, 2. Человек с сахарным диабетом и началом развития заболевания почек, 3. Человек с критической стадией болезни почек. Для дальнейших измерений на рефрактометре были взяты пробы мочи у людей, состоянию здоровья которых отражают приготовленные модельные растворы. Были представлены результаты исследования двух групп людей на поражение почек. В первой группе доброволец со здоровыми почками, проходящий диспансеризацию (Павлова). Во второй группе остальные участники эксперимента (Иванов и Кендев) с глубокими изменениями в почках. Данные сведены в таблицу 1.

**Таблица1*.*** Основные показатели мочи у людей с различными состояниями заболевания почек

| Образцы | Показатель преломления на 3-х значениях λ, отн. ед. | Осматическое давление мочи | Удельный вес мочи | Общее количество твердых веществ в моче |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 436,4 нм | 589,3 нм | 657,2 нм | мОс/л | г/мл | % знач |
| Иванов | 1,349653 | 1,342072 | 1,340126 | 1047 | 1,0263 | 5,94 |
| Павлова | 1,351017 | 1,343340 | 1,341395 | 1184 | 1,0300 | 6,73 |
| Кендев | 1,347952 | 1,340456 | 1,338511 | 872 | 1,0215 | 4,91 |
| Образец №1 | 1,344454 | 1,337078 | 1,335164 | 504 | 1,0112 | 2,72 |
| Образец №2 | 1,345145 | 1,337816 | 1,335920 | 584 | 1,0135 | 3,20 |
| Образец №3 | 1,342265 | 1,335003 | 1,333116 | 276 | 1,0047 | 1,34 |

Заключение

В результате проведенного анализа был определен ряд параметров мочи человека, которые могут быть использованы для раннего выявления заболеваний почек при экспресс-контроле мочи. Разработан новый экспресс-метод контроля мочи человека, основанный на рефрактометрических измерениях показателя преломления nm при различных длинах волн. Проведено сравнение полученных данных по изменению общего количества сухих веществ, удельного веса (плотности), осмолярности и размера белков от измеренных значений показателя преломления с данными модельных растворов мочи человека, моделирующих поражения почек различных стадий. Получено совпадение результатов в пределах погрешности измерений.

**Литература**

1. R. [Davydov, A.](https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57035077000) [Zaitceva, D.](https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57212674945)  [Isakova, and M.](https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=58395564200) [Mazing,](https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57202837236) “[New Methodology of Human Health Express Diagnostics Based on Pulse Wave Measurements and Occlusion Test](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85151659897&origin=resultslist),” Journal of Personalized Medicine, vol. 13(3), pp. 443, March 2023.
2. N. M. [Grebenikova, V. V.](https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57200070946) [Davydov, and K. J.](https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7201851532) [Smirnov,](https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57198356929)  “[Features of optical signals processing for monitoring the state of the flowing liquid medium with a refractometer](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85077341864&origin=resultslist),” [Journal of Physics: Conference Series](https://www.scopus.com/sourceid/130053?origin=resultslist)*,* vol. 1368(2), pp. 022057, September 2019.
3. V. Davydov, I. Gureeva, R. Davydov, and V. Dudkin, “Flowing Refractometer for Feed Water State Control in the Second Loop of Nuclear Reactor,” Energies, vol. 15(2), pp. 457, March 2022.