**Проводимость кремниевых нанонитей на постоянном и переменном токе при внедрении бактерий**

***Гусев Д.В.1, Русаков Д.М.1, Назаровская Д.А.2***

*Студент1, Аспирант2*

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,*

*физический факультет, Москва, Россия*

*E–mail: gusev.dv19@physics.msu.ru*

В настоящее время актуальной является проблема диагностики и контроля инфекционных заболеваний. Листериоз, вызванный бактерией Listeria monocytogenes, становится все более распространенным, и летальный исход от этого заболевания достигает около 20% [1]. Для обнаружения бактерий листерии важно учитывать их уникальное строение, включая белок InlB, который является основным показателем патогенности бактерии [3]. Традиционные методы диагностики не всегда точны, поэтому ключевой задачей является разработка более надежных методов диагностики листериоза. Одним из возможных подходов является применение метода импедансной спектроскопии для регистрации изменения проводимости кремния вследствие нанесения бактерий на его поверхность.

В качестве опытного образца было предложено использовать кремниевые нанонити, полученные методом металл-стимулированного химического травления (МСХТ) пластины c-Si p-типа проводимости [2]. Для исследования проводимости и влияния бактерий на неё, на образцы кремниевых нанонитей термически напылялись алюминиевые контакты. Напыление происходило таким образом, чтобы при распылении частицы алюминия оседали на поверхности нанонитей и не проникали в область между нанонитями, и не происходило замыкание контактов с кремниевой подложкой. Для этого образец располагался под углом 70 градусов к тиглю с алюминием. Для определения влияния бактерий на проводимость кремниевых нанонитей было проведено сравнение проводимостей образца нанонитей с нанесённой дистиллированной водой и с водным раствором бактерий. Использовались растворы бактерий в дистиллированной воде с концентрациями от 105 до 109 КОЕ/мл.

Показано, что добавление бактерий листерии в дистиллированной воде приводит к значительному изменению проводимости структуры. Определен сенсорный отклик нанонитей к бактериям листерии на постоянном и переменном токе. Обнаружено, что сенсорный отклик монотонно увеличивается с ростом концентрации бактерий от 105 до 107 КОЕ/мл. При этом увеличение нелинейное, сначала происходит резкий рост сенсорного отклика с увеличением концентрации бактерий, но потом зависимость приближается к насыщению. Предложена эквивалентная схема замещения для исследуемой структуры и даны предположения, как элементы эквивалентной схемы описывают процессы в структуре. Обнаружено существенное изменение сопротивления резистора эквивалентной схемы при несущественных изменениях ёмкости конденсатора.

[1] A. Oevermann, A. Zurbriggen, and M. Vandevelde, “Rhombencephalitis caused by listeria monocytogenes in humans and ruminants: A zoonosis on the rise?” Interdiscip. Perspect. Infect. Dis., vol. 2010, 2010, doi: 10.1155/2010/632513.

[2] M. B. Gongalsky, A. A. Koval, S. N. Schevchenko, K. P. Tamarov, and L. A. Osminkina, “Double Etched Porous Silicon Films for Improved Optical Sensing of Bacteria,” J. Electrochem. Soc., vol. 164, no. 12, pp. B581–B584, 2017, doi: 10.1149/2.1821712jes.

[3] S. Jadhav, M. Bhave, and E. A. Palombo, “Methods used for the detection and subtyping of Listeria monocytogenes,” J. Microbiol. Methods, vol. 88, no. 3, pp. 327–341, 2012, doi: 10.1016/j.mimet.2012.01.002.