

**РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ИОНОСЕЛЕКТИВНОГО ТРАНЗИСТОРА
В КОНТАКТЕ С НЕРВНОЙ КЛЕТКОЙ В СРЕДЕ COMSOL MULTIPHYSICS**

Д.В. Калиновский

Научный руководитель – В.Ф. Алексеев

канд.техн.наук, доцент

**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

В докладе рассматривается построение математической модели взаимодействия ионоселективного транзистора с электролитом, формирующим потенциал покоя мембраны нервной клетки. Рассмотрена математическая модель, описывающая процессы передачи нервных импульсов. Рассмотрена возможность применения полупроводниковых датчиков для фиксирования электронных потенциалов нервной системы человека.

Начало активной разработки устройств нейрокомпьютерных интерфейсов затрагивает множество как инженерных, так и биологических дисциплин. Совершенствование способов приема и передачи потенциала нервного импульса упростит задачу разработки вышеупомянутых систем. Таким образом ставится цель построить математическую модель возникновения импульсов нервной системы человека. Необходимо получить достоверную модель объекта исследования, и иметь возможность совместить её с моделями аппаратных средств, такими как электроды, датчики SKWID или ионоселективные полевые транзисторы (ИСПТ).

Ионоселективные полевые транзисторы это полупроводниковые приборы, в которых роль затвора выполняет химически чувствительный слой.

Взаимодействие определяемого компонента с материалом затвора вызывает изменение электрического поля в области затвора и, следовательно, порогового потенциала и тока в транзисторе, что и обуславливает детектирование. Например, Na^+ -селективный ИСПТ изготавливают путем нанесения в область затвора боросиликатного стекла, для K^+ -селективного сенсора в область затвора помещают полимерную мембрану, содержащую валиномицин или краун-эфир [1].

Двухмерная модель, представленная на рисунке 1, состоит из двух блоков: область транзистора и область электролита. В области электролита присутствуют ионы натрия и незначительное количество ионов калия. Это вызывает трансфер этих ионов вдоль градиентов концентрации. Однако стабилизации концентраций этих элементов будет препятствовать разная проницаемость клеточной мембраны. Для отражения этого в модели граничные условия, описывающие мембрану были разделены на две геометрически совпадающие границы, каждая из них способна пропускать только один тип ионов и имеет индивидуальное условие проницаемости. Это позволит упростить модель, обеспечит сходимость решения и даст возможность получить значение потока для каждого из положительных ионов. Представленные граничные условия позволяют имитировать условия вблизи нервной клетки с установившимся потенциалом равновесия.

При решении междисциплинарной задачи в модель имеется возможность включить модуль ионного дрейфа и модуль полупроводников. Граничные условия определялись характеристиками нервной ткани человека в нормальных условиях [2].

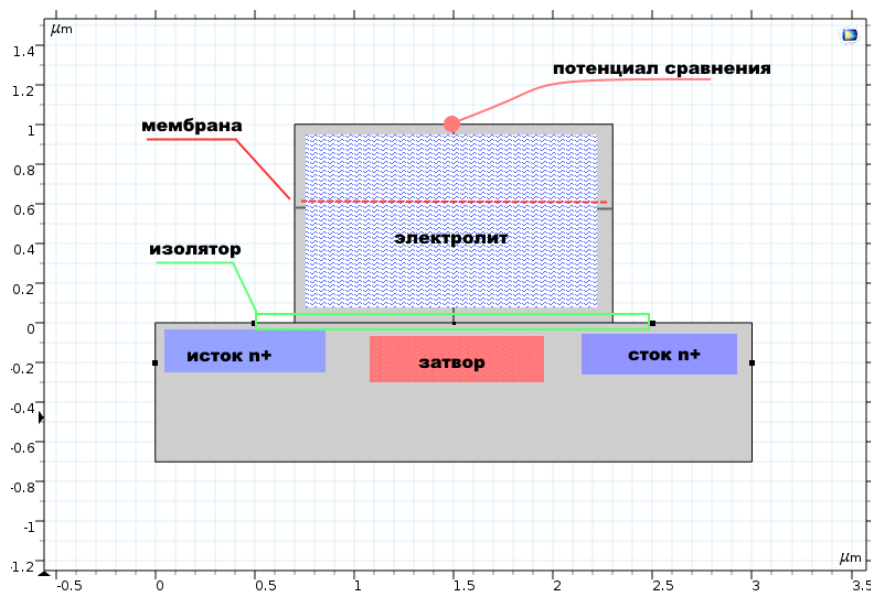


Рисунок 1 – Структурная схема разрабатываемой модели

Модель полупроводникового транзистора описывается градиентами концентраций донорных и акцепторных примесей в кристалле кремния.

В результате моделирования предполагается получить параметры эффективности применения ионоселективных транзисторов для детектирование нервного импульса описанные ниже.

Семейство вольтамперных характеристик транзистора для различных уровней концентраций детектируемых ионов, которые дадут оценку динамическому диапазону системы. Инерционность работы прибора для контроля протекания крайних стадий процесса, а именно нарушения потенциала покоя и возникновения нервного импульса для чего необходимо провести анализ во временной области.

Итогом работы разработки математической модели послужит предварительная оценка ИСПТ как базовой структурной единицы полупроводниковой структуры для точного анализа нервных импульсов.

Библиографический список

1. Морф Ф. Принципы работы ионоселективных электродов и мембранный транспорт / Морф Ф.; пер. с англ. М.: Мир. 1976. - 520 с.
2. Тамар, Г. Основы сенсорной физиологии / Г. Тамар; пер. с англ. М.: Мир. 1976. - 520 с.