

Рис. 6 - Симулятор моделирования электронных схем на стенде NI ELVIS

База данных компонентов включает более 1200 SPICE-моделей элементов от ведущих производителей, таких как Analog Devices, Linear Technology и Texas Instruments, а также более 100 моделей импульсных источников питания. Кроме этого, в новой версии программного обеспечения появился помощник Convergence Assistant, который автоматически корректирует параметры SPICE, исправляя ошибки моделирования. Добавлена поддержка моделей МОП-транзисторов стандарта BSIM4, а также расширены возможности отображения и анализа данных [3].

Литература

1. ПО Radmin VPN [Электронный ресурс] — Электронные данные. — Режим доступа: <https://www.radmin-vpn.com/ru/#:~:text=Radmin>
2. Программное обеспечение Labview [Электронный ресурс] — Электронные данные. — Режим доступа: <https://www.ni.com/ru-ru/shop/labview.html>
3. Программное обеспечение Multisim [Электронный ресурс] — Электронные данные. — Режим доступа: <https://www.ni.com/ru-ru/shop/electronic-test-instrumentation/application-software-for-electronic-test-and-instrumentation-category/what-is-multisim.html>

УДК 004.079

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ДНК-СЕНСОРЫ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

Студент гр.10307118 Удгова Т.А.

Научный руководитель - к.т.н., доцент Гулай А.В.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

В настоящее время углеродные нанотрубки являются одним из самых популярных наноматериалов, которые активно тестируются в разных областях науки и техники. Одним из самых развивающихся приложений углеродных нанотрубок являются разработка электрохимических и электронных биосенсоров.

Углеродные нанотрубки (УНТ) обладают механической прочностью, химической инертностью, большой площадью поверхности и совместимостью с биомолекулами и клетками (рис. 1). Это свойства показывают актуальность использования УНТ в тканевой инженерии и конструирования имплантов, а также для создания вакцин, лекарственных препаратов.

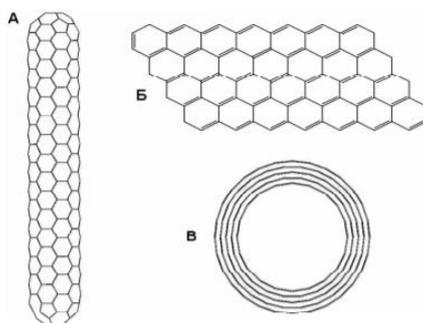


Рис. 1 - Схематическое строение одностенной углеродной нанотрубки (А- вид сбоку), плоскости графита (Б) и многостенной углеродной нанотрубки (В- вид сверху).

Большое внимание уделяют разработке ДНК-сенсоров на основе УНТ, предназначенных для быстрого выявления бактериальных и вирусных инфекций, генетических нарушений, которые вызывают развитие заболевания человека.

Одной из главных задач при разработке электрических ДНК-сенсоров с использованием УНТ является конструирование соответствующих преобразователей – электродов. Существует два подхода в изготовлении электродов из УНТ: первый заключается в «простой» модификации нанотрубками обычных электродов, второй – в создании электродных массивов (electrode arrays) из ориентированных УНТ. [1]

Наиболее простой способ изготовления электрода на основе УНТ представляет собой механическое смешивание препарата одно- или многостенных УНТ с минеральным маслом или с твердым материалом и введение получаемой композиции в полость пастового электрода. Преимущество этого способа - это отсутствие необходимости растворения УНТ и возможность регенерации поверхности модифицированного электрода с помощью его механической полировки. Создание пастового электрода не предполагает удаление из УНТ примесей аморфного углерода и металлического катализатора, которые содержатся в синтезированных препаратах УНТ. Для решения этой проблемы УНТ подвергают интенсивному окислению, которое одновременно способствует удалению примесей и придает гидрофильные свойства УНТ, которые очень гидрофобны по природе.[2]

Ключевым направлением развития электрохимических ДНК- сенсоров является создание генетических биосенсоров, рассчитанных для быстрого анализа первичной структуры нуклеиновых кислот. В таком геносенсоре биораспознающим компонентом служит зонд- одноцепочечный олигонуклеотид комплементарный определенной последовательности, исследуемой ДНК.

К настоящему времени предложено несколько универсальных способов электрохимической регистрации процесса, которые, в частности, основаны на использовании редокс-активных индикаторов гибридизации или ковалентно связаны с ДНК меток, а также на прямом детектировании нуклеотидов в ДНК. [3]

Одним из первых был разработан ДНК-сенсор, в котором в качестве преобразователя применен модифицированный углеродными нанотрубками стеклоуглеродный электрод. Взаимодействие ДНК-зонда с исследуемой последовательностью ДНК контролировали с помощью интеркалирующего антибиотика дауномицина, детектируемого при потенциале около +0,3В. Дауномицин предпочтительнее связывается с двуцепочечной ДНК, чем с одноцепочечной, поэтому в результате гибридизации он концентрируется на

поверхности биосенсора, а регистрируемый сигнал резко увеличивается. Взаимодействие биосенсора с некомплементарными последовательностями сопровождается заметно меньшим изменением сигнала. [1]

При другом способе для создания ДНК-сенсора могут использовать электрод из вертикально ориентированных УНТ, которые отжигали в плазме и далее химически пришивали к обработанным УНТ олигонуклеотидный зонд с концевой аминогруппой.

Применение УНТ для конструирования преобразователей является не единственным приложением УНТ в биосенсорах. Уникальные структурные особенности УНТ предполагают возможность иммобилизации на нанотрубке большого числа меток, генерирующих мощный аналитический сигнал.

Исследования последних лет, показывают, что УНТ сильно изменяют электрохимическое поведение нуклеиновых кислот и их компонентов. Известно, что на электроде легче детектировать пурины, которые окисляются при потенциале около +0,8 В для гуанина и +0,1 В для аденина, гуаниновых нуклеозидов и нуклеотидов. Детектирование адениновых нуклеотидов и пиримидинов, имеющих более высокие потенциалы окисления, обычно затруднено из-за относительно высокого фонового тока на электродах, модифицированных УНТ. [2]

Электроды на основе углеродных нанотрубок являются новым типом электрохимических преобразователей, преимущество которых перед обычными электродами заключается в высокой чувствительности, в возможности миниатюризации и использования как для непрямого, так и для прямого детектирования ДНК. Такие преобразователи являются многообещающей платформой для создания генетических ДНК-сенсоров и чипов, а также уникальным инструментом для изучения молекулярных взаимодействий с участием нуклеиновых кислот.

Литература

1. Елецкий А.В. Углеродные нанотрубки // Успехи физических наук – 2004. – Т.174, № 11.- С. 945-972.
2. Абдуллин Т.И., Никитина И.И., Ишмухаметова Д.Г., Будников Г.К., Коновалова О.А., Салахов М.Х. Электроды, модифицированные углеродными нанотрубками, для электрохимических ДНК-сенсоров // Журнал аналитической химии – 2007. – Т.62, № 6. – С. 667-671.
3. Порфирьева А.В., Евтюгин Г.А., Савельева М.А., Будников Г.К. Импедиметрический Днк-сенсор на основе электродов, модифицированных углеродными нанотрубками // Ученые записки Казанского государственного университета – 2009.- Т.151, №4.

УДК 004.080

МНОГОПАРАМЕТРОВАЯ СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ КОНТРОЛЯ НАПРАВЛЕНИЯ И РЕЖИМА ДВИЖЕНИЯ ВИРТУАЛЬНОГО АВТОМОБИЛЯ

Студент гр.10307118 Бакач Д.А.

Научный руководитель- ст. преподаватель Костюк И.Р.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Введение

Многопараметровая сенсорная система для контроля направления и режима движения виртуального автомобиля имеет широкий спектр практического применения. Она может использоваться для развлечения, обучения управлению начинающих водителей, управления реальным автомобилем с использованием компьютера и в других случаях.