

УДК 538.915, 771.534.1, 544.023.26

**ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГИБРИДНЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ МНОГОСЛОЙНЫХ НАНОЛЕНТ ГРАФЕНА И ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ КВАНТОВЫХ ТОЧЕК ТРОЙНЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

**Зюбин А.А.** (Университет ИТМО), **Карамышева С.П.** (Университет ИТМО),

**Орлова А.О.** (Университет ИТМО)

**Научный руководитель – к.ф.-м.н. Резник И.А.**

(Университет ИТМО)

В данной работе приведены результаты измерений фотоэлектрических свойств пленок на основе наноструктурированного углерода и гибридных структур Графен/КТ, нанесенных на полевой транзистор. В ходе научно-исследовательской работы были получены закономерности изменения фотоэлектрических свойств гибридных структур многослойного графена и гибридных структур на их основе совместно с тройными квантовыми точками  $\text{AgInS}_2/\text{ZnS}$ , от мощности возбуждающего излучения и напряжения смещения на затворе полевого транзистора.

**Введение.** Богатство оптических и электрических свойств графена создает огромный интерес к данному материалу. Графен является тонким, порядка нескольких атомарных слоев, гибким, оптически прозрачным и прочным материалом, а также крайне чувствительным к электростатическим возмущениям. Благодаря своим свойствам графен – идеальный кандидат для использования в областях оптоэлектроники и фотодетектирования с высоким коэффициентом усиления, что позволяет улавливать незначительные изменения в излучении (новое поколение оптических и электрических методов обработки, хранения и передачи информации). Уникальные электрические свойства графена определяются концентрацией свободных носителей зарядов в объеме графена, что позволяет тонко настраивать чувствительность и скорость работы устройств, основанных на данном материале. Стоит отметить, что для фотоприемников на основе чистого графена характерна низкая чувствительность, обусловленная слабым поглощением света и отсутствием механизма усиления исходящего сигнала, например, генерирующего несколько носителей заряда от одного падающего фотона. Гибридная структура (ГС) графен/полупроводниковые квантовые нанокристаллы (НК) позволяет решить данную проблему и сформировать устройство, обладающее настраиваемой чувствительностью и скоростью отклика на поглощение фотона, а также спектральной селективностью от ближнего УФ до коротковолнового инфракрасного света. Однако, большинство используемых в настоящее время КТ содержат высокотоксичные элементы, такие как Cd, Pb и As. Одним из перспективных полупроводниковых соединений для формирования не токсичных КТ является структура, состоящая из ядра  $\text{AgInS}_2$  (AIS) и оболочки ZnS, поскольку они сочетают в себе низкую токсичность со стабильностью оптических свойств и высоким квантовым выходом люминесценции. Таким образом, гибридные структуры Графен/КТ позволят реализовать новое поколение фотодетекторов (ФД), которые найдут свое применение в интегрированных оптоэлектронных схемах, рентгенографии, дистанционном зондировании, системах безопасности, компьютерном зрении, датчиках положения, расстояния и излучения, оптической коммуникации и технологиях квантовой информации.

**Основная часть.** В данной работе были исследованы фотоэлектрические свойства структуры, представляющие собой полевой транзистор с нанесенной на него гибридной структурой Графен/КТ. Выбор полевого транзистора обусловлен тем, что с его помощью можно эффективно менять ширину канала проводимости и тем самым регистрировать больше фотосгенерированных носителей зарядов.

В качестве основы полевого транзистора использовалась кремниевая подложка с напыленными платиновыми контактами. Взвесь графеновых нанолент, используемая для

получения монослоев, была получена путем дробления углерода в ультразвуковой ванне. Линейные размеры полученного графена составили 20–50 мкм, шириной 1–5 мкм и толщиной 10 нм с количеством слоев от 10 до 50. При помощи технологии Ленгмюр-Блоджетт на кремниевую подложку были нанесены многослойные графеновые наноленты при поверхностном натяжении пленки 40 мН/м. Затем, используя ту же технологию, на образцы были нанесены КТ AIS/ZnS при поверхностном натяжении пленки 20 мН/м.

Проводились серии измерений фотоэлектрических свойств полевых транзисторов с нанесенным слоем графена. Образцы помещались на специальную измерительную подложку, состоящую из текстолита с медным покрытием, контактирующим с затвором полевого транзистора, и контактных игл для стока/истока. Затем следовало периодическое воздействие лазерного излучения с длиной волны 405 нм мощностью 5 мВ. Данные считывались пикоамперметром Keithley 2636B (США). Таким образом исследовались фотоэлектрические свойства многослойного графена в зависимости от напряжения смещения на затворе полевого транзистора (от -40В до 40В). Зарегистрированный сигнал фотоотклика далее использовался как базовое значение для сравнения с фотооткликом от гибридных структур Графен/КТ. После этого следовало получение аналогичных закономерностей изменения фотоэлектрических свойств гибридных структур Графен/КТ с тройными квантовыми точками AgInS<sub>2</sub>/ZnS.

**Выводы.** В результате проведенных исследований была рассчитана величина фотоотклика для образцов при различной мощности возбуждающего излучения и напряжения смещения на затворе полевого транзистора. Также были получены закономерности фотоэлектрических свойств образцов в зависимости от напряжения, подаваемого на затвор полевого транзистора.

Зюбин А.А. (автор)

Подпись

Резник И.А. (научный руководитель)

Подпись