

УДК 539.23

ВОЛЬТ-АМПЕРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОРГАНИЧЕСКИХ ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ НА ОСНОВЕ ГИБРИДНОГО СОЕДИНЕНИЯ ФУЛЛЕРЕНА C_{60} И ДИТИЕНИЛЭТЕНА 1

И. Н. МУЛЛАГАЛИЕВ, Б. Г. БАДЖАССИЛОНА, Д. И. МИННЕАХМЕТОВ

Научный руководитель Р. Б. САЛИХОВ, д-р физ.-мат. наук, проф.

Уфимский университет науки и технологий

Уфа, Россия

Органические полевые транзисторы (ОПТ) являются ключевыми компонентами гибкой и печатной электроники. Повышение их эффективности связано с поиском новых материалов с высокой подвижностью носителей заряда. Перспективным направлением является создание гибридных молекул, сочетающих электроноакцепторные свойства фуллерена C_{60} и фотохромные характеристики дитиенилэтенон.

Пирролидинофуллерен 3 (гибрид C_{60} – дитиенилэтен 1) был получен по реакции Прэто и нанесен на подложки как полупроводниковый слой ОПТ (рис. 1). Для сравнения аналогичные устройства собирались с чистым фуллереном C_{60} и не модифицированным дитиенилэтенон 1 (отдельные слои и смешанный пленочный слой $C_{60} + 1$). Вольт-амперные характеристики измерялись при $V_{DS} = 16$ В, изменении напряжения затвора V_G и без оптического облучения, чтобы определить базовую эффективность электронной проводимости [1, 2].

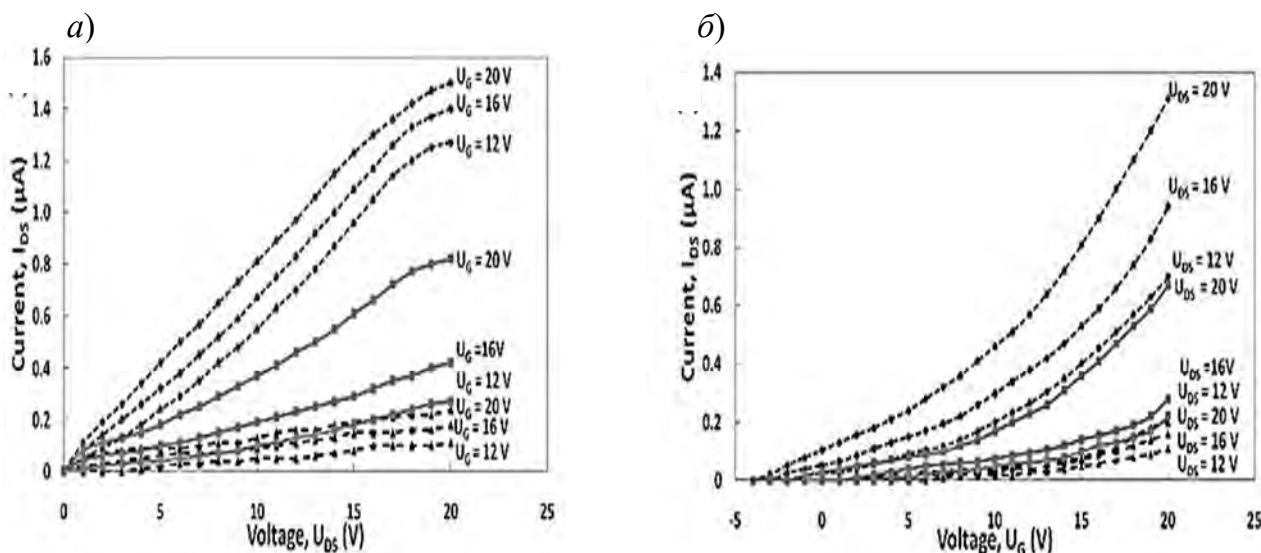


Рис. 1. Передаточные (а) и выходные (б) характеристики ОПТ на основе: пирролидинофуллерена 3 (круги), отдельных слоев фуллерена C_{60} и дитиенилэтена 1 (треугольники), смешанного слоя C_{60} и дитиенилэтена 1 (квадраты)

Графики показывают, что транзисторы типа А (содержащие гибридные молекулы 3 – обозначены кружками) демонстрируют значительно более высокие токи I_{DS} при тех же напряжениях по сравнению с устройствами типов В (треугольники) и С (квадраты). В частности, при заданном положительном напряжении затвора ток стока у устройств типа А оказался порядка $10^{-8}...10^{-7}$ А, тогда как у типов В и С – примерно на порядок меньше ($\sim 10^{-9}...10^{-8}$ А).

Это свидетельствует об увеличенной электронной подвижности и более эффективном переносе заряда в тонком слое гибридного материала. Такие результаты согласуются с тем, что усиленная конъюгация между фуллереном и фоточувствительной группой способствует лучшему выравниванию уровней энергии и уменьшению барьера переноса зарядов [3–5].

Показано, что архитектура активного слоя ОПТ на основе предварительно синтезированного гибридного соединения фуллерена C_{60} и дитиенилэтена (тип А) является значительно более эффективной по сравнению с отдельными или смешанными слоями исходных компонентов (типы В, С). Наблюдаемое увеличение тока стока на порядок величины подтверждает, что создание ковалентных гибридных систем является продуктивной стратегией для разработки высокопроизводительных органических полупроводниковых материалов [6, 7].

Исследование финансировалось при поддержке государственного задания (научный код FZWU-2023-0002).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hybrid molecules based on fullerene C_{60} and dithienylethenes. synthesis and photochromic properties. optically controlled organic field-effect transistors / A. A. Khuzin, A. R. Tuktarov, O. V. Venidiktova [et al.] // Photochemistry and Photobiology. – 2022. – № 98 (4). – P. 815–822.
2. Нанокompозитные тонкопленочные материалы на основе полисахаридов и наночастиц иодида серебра для использования в сенсорных устройствах / М. В. Бабунова, Р. Б. Салихов, Т. Б. Тергулов [и др.] // Журнал прикладной химии. – 2024. – Vol. 97, № 4. – P. 347–353.
3. Photocontrolled organic field effect transistors based on the fullerene C_{60} and spiropyran hybrid molecule / A. R. Tuktarov, R. B. Salikhov, A. A. Khuzin [et al.] // RSC advances. – 2019. – № 9 (13). – P. 7505–7508.
4. Nanocomposite thin-film structures based on a polyelectrolyte complex of chitosan and chitosan succinamide with SWCNT / R. B. Salikhov, R. A. Zilberg, E. O. Bulysheva [et al.] // Письма о материалах. – 2023. – Vol. 13. – P. 132–137.
5. **Safargalin, I. N.** Study of the environmental influence on the electrophysical properties of a pani glove box / I. N. Safargalin, B. R. Badretdinov, R. B. Salikhov // Инновационные материалы и технологии: материалы. – 2024. – P. 221.
6. Thin films based on polyaniline derivatives for near-UV detection / R. B. Salikhov, T. T. Yumalin, T. R. Salikhov, I. N. Mullagaliev // Optical Technologies for Telecommunications. – 2025. – Vol. 13738. – P. 212–216.
7. **Salikhov, R. B.** Electronic gas sensors based on polymer and nanocomposite materials / R. B. Salikhov, A. D. Ostaltsova, T. R. Salikhov // Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics. – 2025. – № 89 (3). – P. 386–390.