

Пятнадцатая научная конференция «Шаг в будущее, Москва»

Кафедра ИУ4 МГТУ им. Н.Э.Баумана
«Проектирование и технология производства электронно-вычислительных средств»

Графеновые структуры в микроэлектронике.

Автор

Мохов Александр Николаевич
Москва, ГОУ Лицей № 1580

Научный руководитель

Волкова Яна Борисовна
лаборант-исследователь каф. ИУ4
НОЦ «Наносистемы и наноэлектроника»

Цель исследования

1. Изучить свойства и основные характеристики графена.
2. Ознакомиться с возможными областями применения графена в микроэлектронике.
3. Исследовать характеристики полевых кремниевых транзисторов, с целью последующего анализа микроэлектронных компонентов на основе графена.

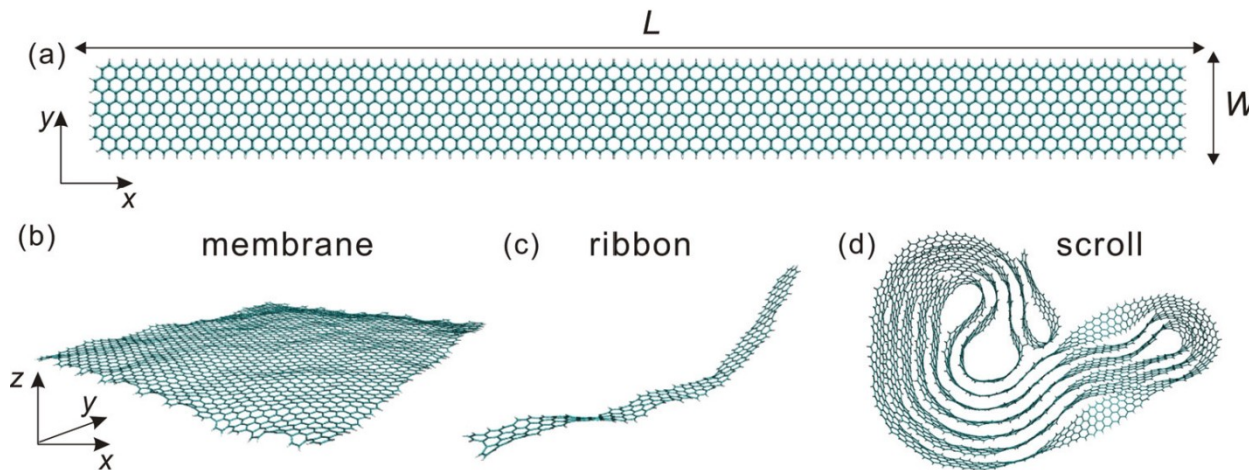
Задачи исследования

1. Микрофотографический анализ, по средствам оптической микроскопии топологий ИМС с полевыми транзисторами, на примере ИМС серии 564JE05.
2. Измерение ВАХ полевого кремниевого транзистора.
3. Анализ полученных результатов.

Графен

Графен — слой атомов углерода, соединённых посредством sp^2 -связей в гексагональную двумерную кристаллическую решётку (аллотропная модификация углерода).

Открыт русскими учёными А.К. Геймом и К.С. Новосёловым начавших свои исследования в Черногловке в ИПТМ и ИФТТ, получивших в 2010 году Нобелевскую премию за открытие графена.



Виды состояний:

- Наноленты.
- Нанотрубки.
- Нанослитки.

- Имеет высокую теплопроводность.
- Отлично проводит электрический ток.
- Устойчив к высоким температурам.
- Является прочным материалом (в 200 раз прочнее стали).
- Обладает малым сопротивлением (на 35% меньше, чем у кремния – его аналога).

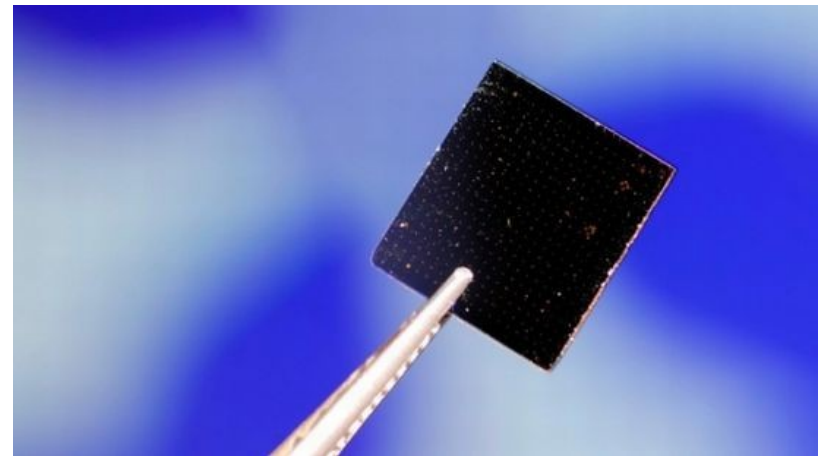
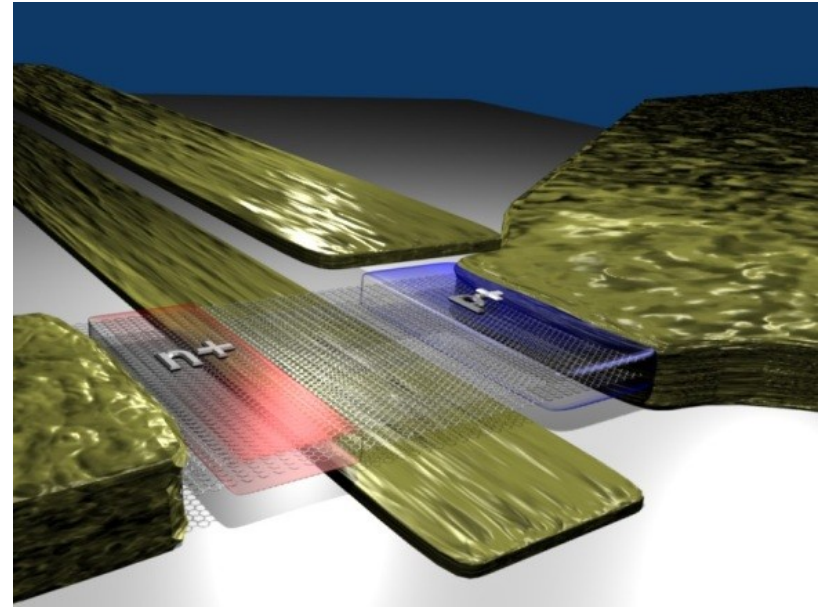
Применение графена

Применение в микро- и нано- электронике:

- Датчики на основе графена.
- Оптоэлектроника.
- ЖК-мониторы.
- Графеновые полевые транзисторы.

Графеновый полевой транзистор — использует электрическое поле, создаваемое затвором для управления проводимостью канала.

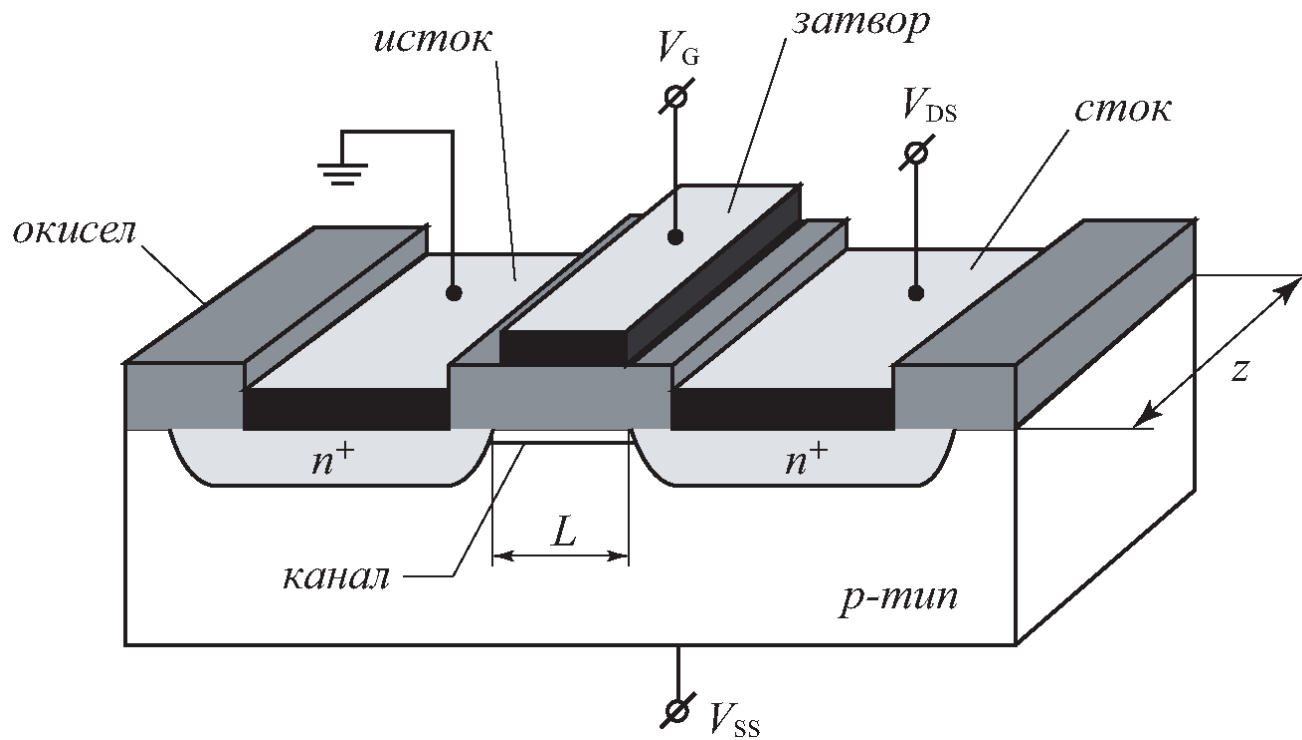
На сегодняшний момент не существует промышленного способа получения графена, но предполагается, что его хорошая проводимость поможет создать транзисторы с высокой подвижностью носителей и по этому показателю превзойти подвижность в полевых транзисторах на основе кремниевой технологии.



Полевой транзистор

Полевой транзистор — полупроводниковый прибор, в котором ток изменяется в результате действия перпендикулярного току электрического поля, создаваемого входным сигналом.

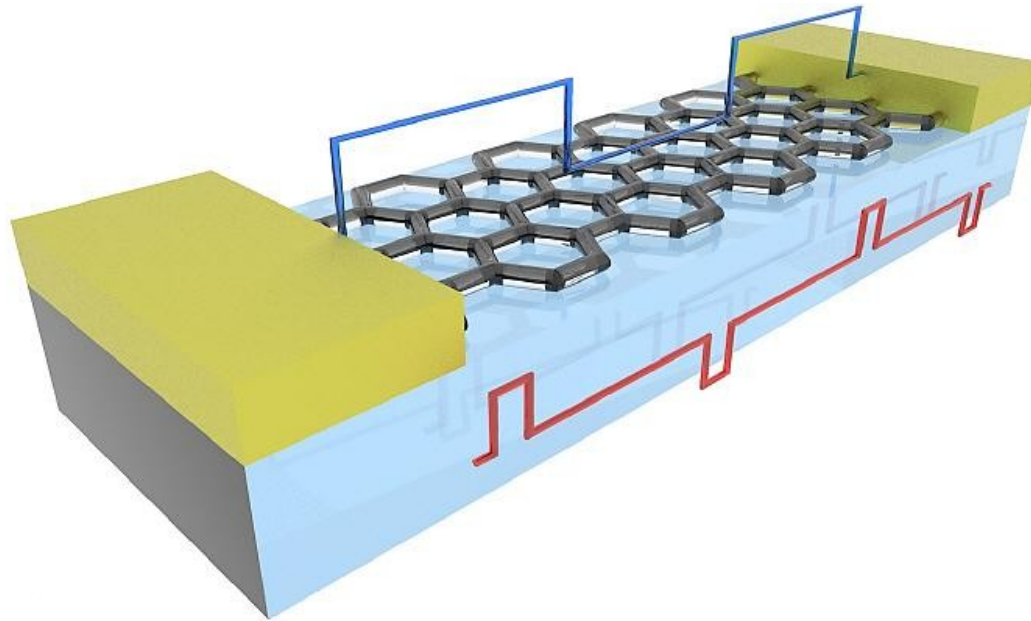
Обычно используется для усиления, генерирования и преобразования электрических сигналов.



Основными элементами транзистора является сток, исток затвор и канал. Полевой транзистор относится к типу приборов, управляемых напряжением, МДП-транзистор является сопротивлением, регулируемым внешним напряжением.

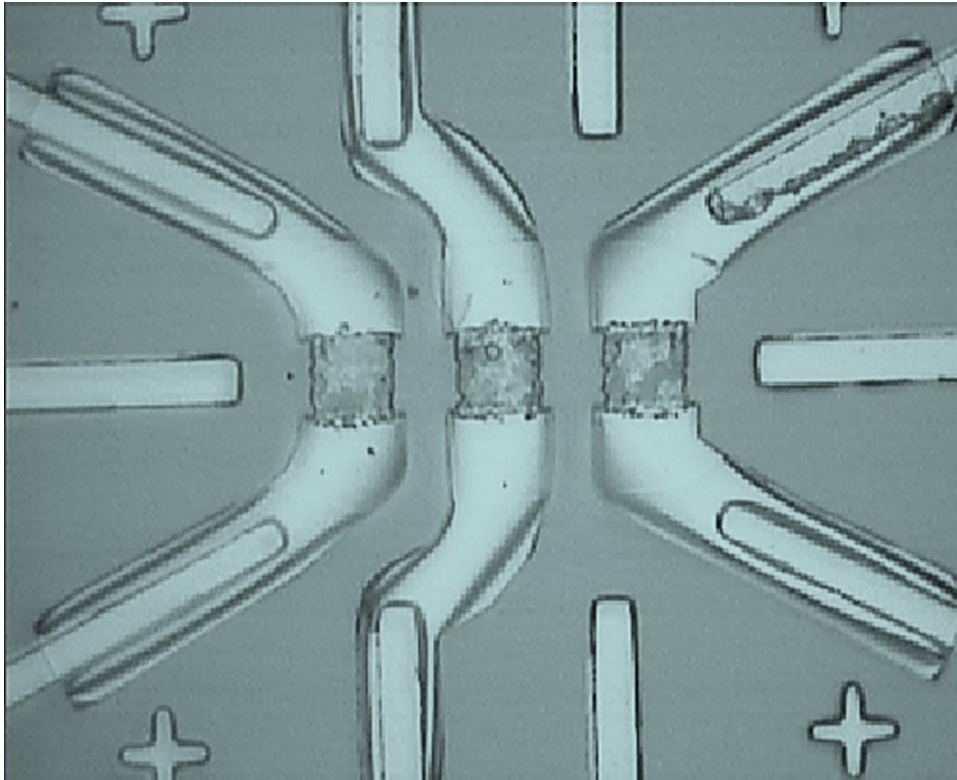
Модель графенового транзистора

В качестве встраиваемого материала используются графеновые наноленты.



Графеновые наноленты обладают полупроводниковыми свойствами наличием запрещённой зоны, которая зависит от ширины ленты и расположения атомов на границах.

Полевой транзистор на графене



Микрофотография опытного образца графенового транзистора (x100), созданного в ИПТМ г. Черноголовка.

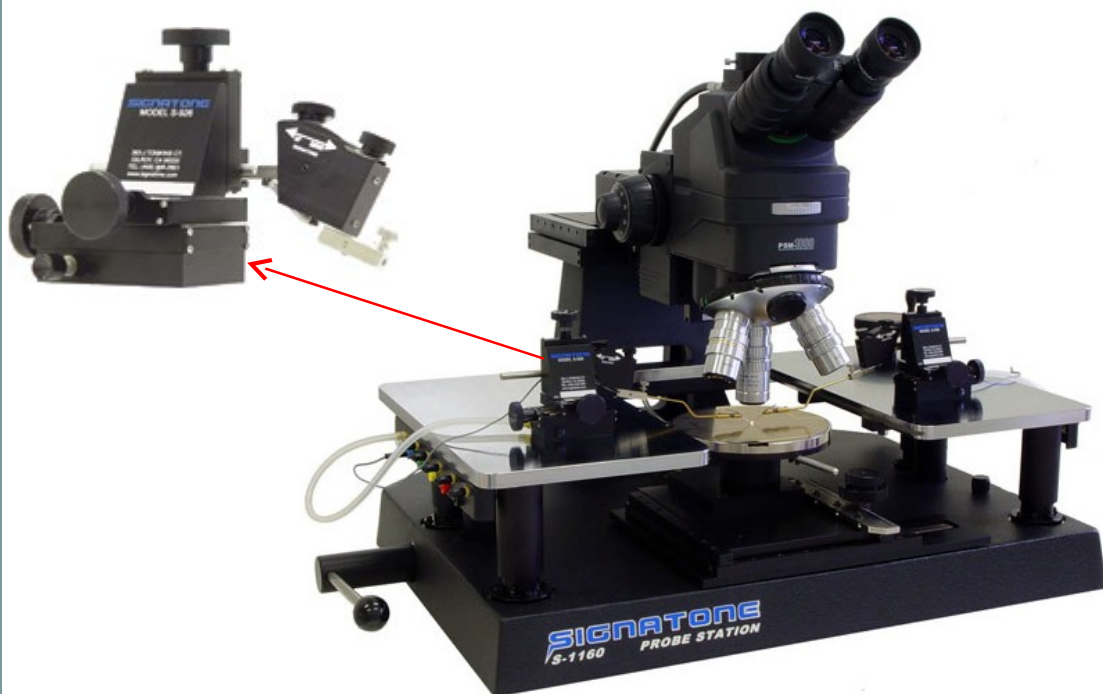
Закон Мура предписывает: расширение возможностей ИМС за счёт увеличения количества элементов на кристалле и уменьшения их размера, но когда предел будет достигнут, то развитие электроники будет осуществляться посредством внедрения новых материалов.

Однако в настоящее время ведется только исследование графеновых транзисторов, представлены только в виде опытных образцов.

- Досконально изучить ВАХ кремниевого транзистора.

- Отработать режимы и методики измерений, с целью дальнейшего использования отлаженных методик измерений на полевом транзисторе с встроенным графеновым каналом.

Измерительное оборудование



Зондовая станция Signatone S1160



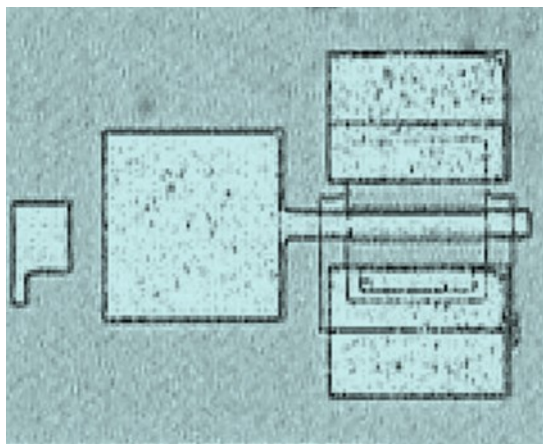
Мультиметр APPA 207

1. Оптический микроскоп, увеличение объективами x2, x10, x25, x100.
2. Вакуумный предметный стол
3. Зондовые щупы для измерений ИМС.
4. Система позиционирования, образца и зондовых щупов.
5. Разъемы для подключение измерительного оборудования.



Источник питания
Атакком АТН-1253

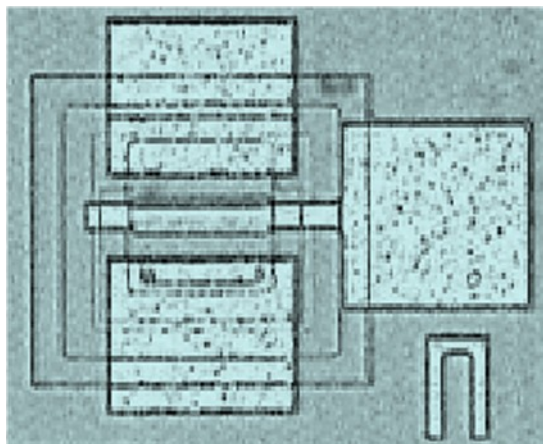
Топология и ВАХ полевых транзисторов



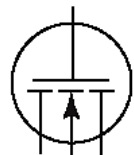
Микрофотография полевого р – канального транзистора (x10)



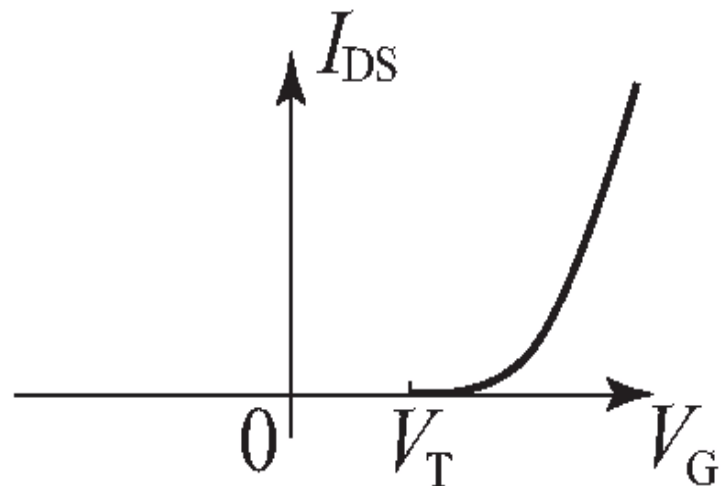
p-канальный с индуцированным каналом



Микрофотография полевого *n* – канального транзистора (x10)



n-канальный с индуцированным каналом



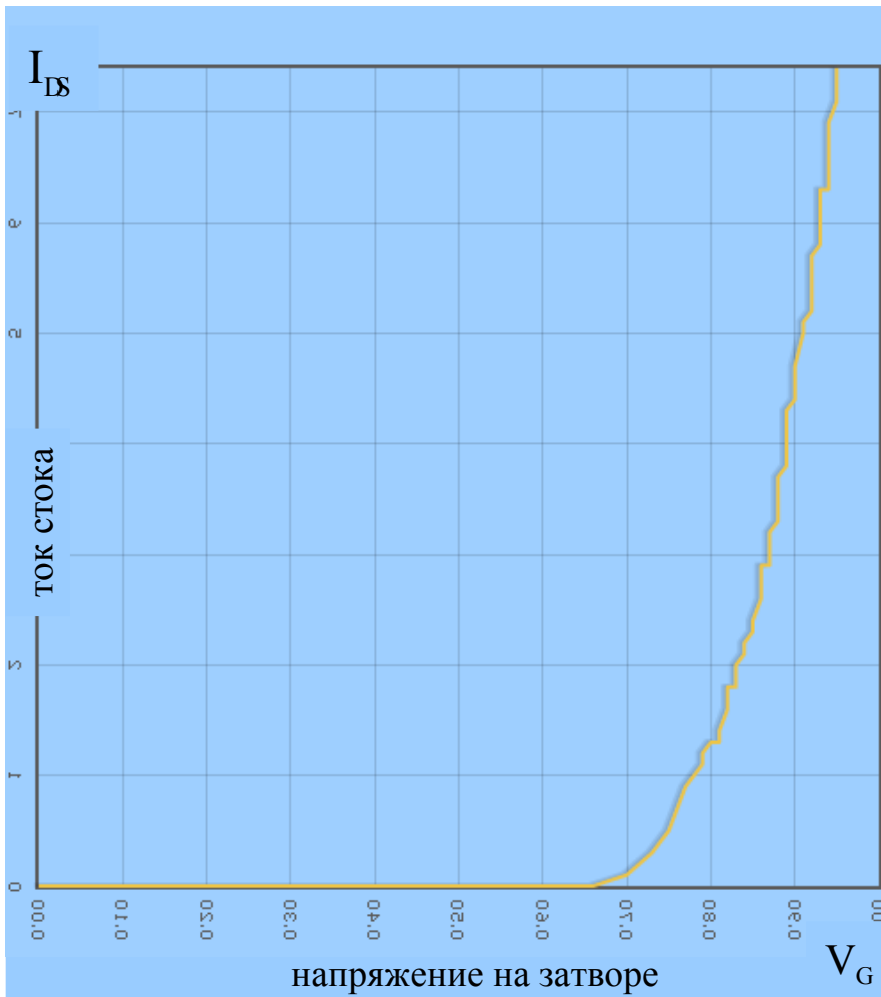
Теоретическое представление ВАХ полевого транзистора с индуцированным каналом

V_G – напряжение на затворе

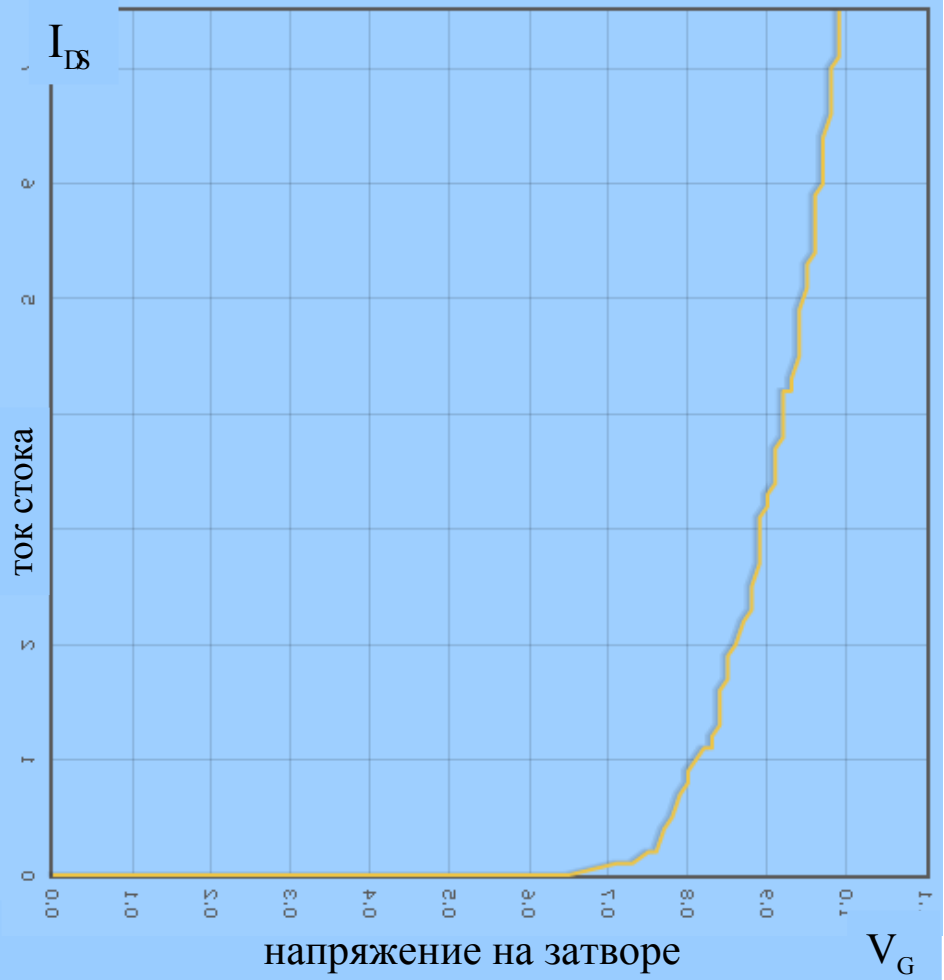
V_T – пороговое напряжение

I_{DS} – ток стока

Вольт-амперные характеристики



р-канальный транзистор



п-канальный транзистор

Выводы

- Получена топология кремниевого полевого транзистора методом оптической микроскопии.
- Измерена Вольт-Амперная характеристика кремниевого полевого транзистора.
- Изучены методы измерения характеристик кремниевых транзисторных структур.
- Данные навыки позволят в будущем работать с опытными образцами графеновых транзисторов.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!