

**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
в г. Смоленске**

Методическое обеспечение дисциплины

Основы электроники и нанoeлектроники

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Смоленск

Методические материалы составил:

доцент кафедры «Электроники и микропроцессорной техники»

канд. техн. наук, доцент

подпись

Астахов С. П.

ФИО

«28» сентября 2021 г.

Заведующий кафедрой «Электроники и микропроцессорной техники»:

подпись

Якименко Игорь Владимирович

ФИО

«08» октября 2021 г.

1 Методическое обеспечение лекций

Цель лекций – изучение понятийного аппарата, основных теоретических положений и методов изучаемой дисциплины, необходимых для освоения закрепленных компетенций.

Комплект лекций, в формате мультимедийных презентаций, расположен по ссылке:
https://drive.google.com/drive/folders/18texBFfd2_aOcjNbF_mGMSrkvojeBe2k

Пример лекций в формате мультимедийных презентаций:

ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОНИКИ И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ
 Твердотельная электроника

Лекция 6

Основы и принципы работы полевых транзисторов и МДП-транзисторов

Рассматриваемые вопросы

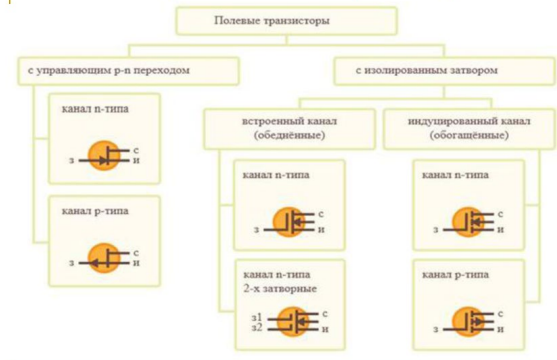
- 1 Основные сведения о полевых транзисторах
- 2 Полевые транзисторы с управляющим $p-n$ - переходом
- 3 МДП-транзисторы со встроенным каналом
- 4 МДП-транзисторы с индуцированным каналом
- 5 Силовые МДП-транзисторы и биполярные транзисторы с изолированным затвором

Основные сведения о полевых транзисторах

Полевой транзистор – транзистор, в котором сила проходящего через него тока регулируется внешним электрическим полем, т. е. напряжением. Это принципиальное различие между ним и биполярным транзистором, где сила основного тока регулируется управляющим током.

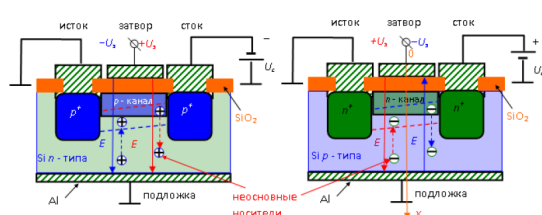


Классификация полевых транзисторов



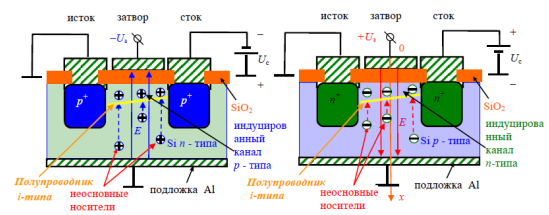
МДП-транзисторы со встроенным каналом

Получается структура, состоящая из металла, диэлектрика и полупроводника. В МДП-транзисторе со **встроенным каналом** у поверхности полупроводника имеется слой с **инверсным, относительно подложки, типом проводимости**.



МДП-транзисторы с индуцированным каналом

Получается структура, состоящая из металла, диэлектрика и полупроводника. В МДП-транзисторе с **индуцированным каналом** у поверхности полупроводника отсутствует слой с инверсным, относительно подложки, типом проводимости



2 Методическое обеспечение лабораторных работ

Цель лабораторных работ – закрепление лекционного материала, привитие навыков применения теоретических знаний для решения научно-исследовательских задач, необходимых для освоения закрепленных компетенций.

Задания на лабораторные работы расположены по ссылке:
https://drive.google.com/drive/folders/18texBFfd2_aOcjNbF_mGMSrkvojeBe2k

Пример задания на лабораторную работу

Лабораторная работа № 6 Исследование статических характеристик полевых транзисторов, включенных по схеме с общим истоком

Цель работы – исследование статических выходных вольтамперных характеристик (ВАХ), полевых транзисторов.

1 Описание лабораторного макета и измерительной аппаратуры

В лабораторной работе используются:

- лабораторный макет (рисунок 1), представляющий собой плату из стеклотекстолита, на которой размещены исследуемые полевые транзисторы, а также вспомогательные элементы схемы для подключения внешних источников питания и измерительных приборов;
- двухканальный осциллограф (рисунок 2), работающий в режиме «характериограф»;
- источник питания универсальный (рисунок 3), служащий для подачи переменного напряжения $\sim U_p$ (напряжения развертки) на исследуемый прибор (может ступенчато регулироваться с помощью переключателя в диапазоне $0 \div \sim 30 В$);
- источник питания стабилизированный (рисунок 4), предназначенный для подачи на измерительную схему постоянных уровней напряжений, являющихся параметром семейства ВАХ;
- мультиметр ВР-11А (рисунок 5), предназначенный для контроля величин напряжения, являющихся параметром семейства ВАХ.

Измерительные приборы, внешний источник питания и исследуемый транзистор соединяются с измерительной схемой коммутационными проводниками.

Все соединения выполняются только при выключенном питании!

2 Рабочее задание на снятие выходных вольтамперных характеристик полевых транзисторов, включенных по схеме с общим истоком

2.1 С помощью коммутационных проводов необходимо собрать измерительную установку (характериограф) в соответствии с электрической принципиальной схемой (рабочее задание на отдельном листе) для отображения на экране осциллографа выходных вольтамперных характеристик полевого транзисторов (рис. ба), показать преподавателю.

2.2 Включить питание стенда, включить осциллограф, используя его органы управления установить:

- режим работы «ХУ»;
- цену делений по осям «Х» и «У» – $1 В/дел$.

2.3 Определить цену деления оси «У» в производных единицах измерения силы тока.

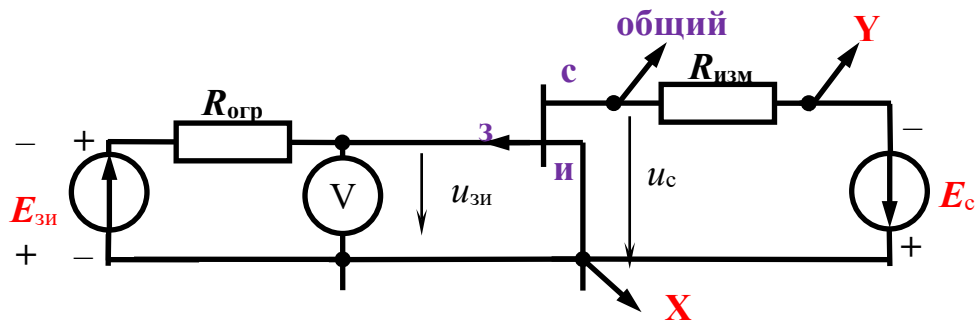
2.4 Проградуировать оси координат бланка соответствующего раздела отчета о лабораторной работе.

2.5 Включить питание источника питания универсального, выставить значение амплитуды выходного напряжения (ориентировочные значения $\sim 3 \div \sim 12 В$).

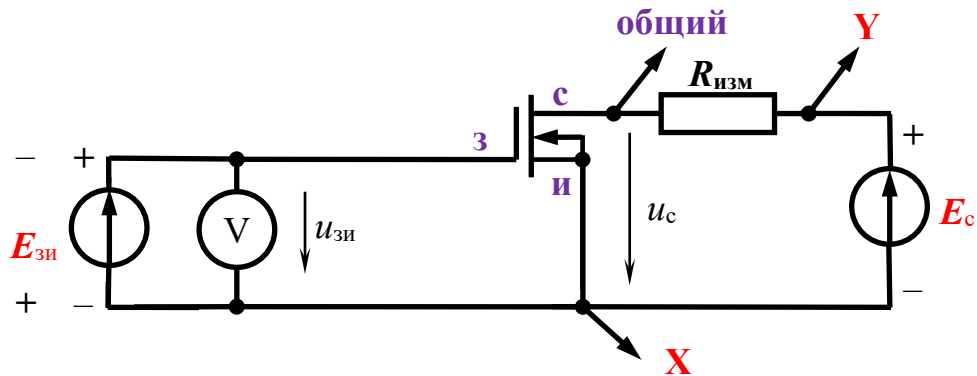
2.6 Получить изображение ВАХ исследуемого прибора для значения параметра $U_{зи} = 0 В$.

2.7 В случае нестабильности изображения, необходимо его стабилизировать путем выбора одного из возможных режимов синхронизации осциллографа.

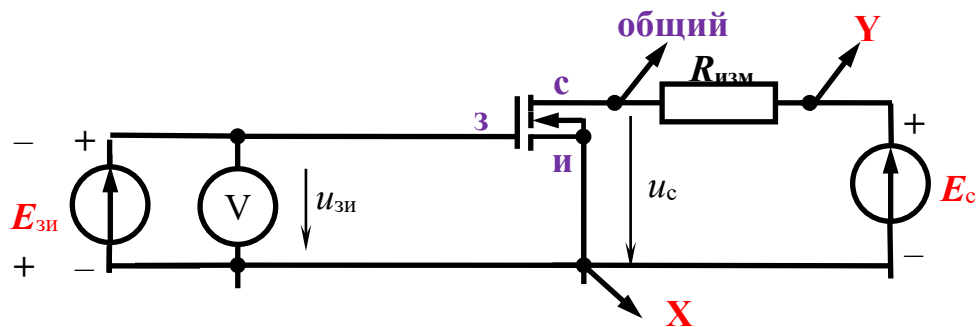
2.8 Используя возможность включения инверсии изображения по каждому из каналов, добиться соответствия изображения ВАХ исследуемого элемента ее теоретическому виду (*размещению ВАХ в 1 и 2 квадрантах координатной плоскости*).



а) полевой транзистор с управляющим $p-n$ переходом



б) МОП транзистор с встроенным каналом



в) МОП транзистор с индуцированным каналом

Рисунок 6 – Схема опыта

В случае необходимости можно изменить разрешение экрана осциллографа (цену делений) по осям «X» и «Y» для более точного снятия ВАХ.

2.9 Включить питание источника питания стабилизированного, установить величину напряжения $5 \div 10 \text{ В}$.

2.10 Последовательно меняя величину параметра $U_{зи}$ (используя двухканальный потенциометр, размещенный на лабораторном макете) в диапазоне от $U_{зи \text{ мин}}$ до $U_{зи \text{ max}}$ через выбранный интервал $\Delta U_{зи}$ зарисовать вид семейства ВАХ исследуемого элемента в соответствующий раздел отчета о лабораторной работе.

2.11 Повторить пункты 2.1 – 2.10 для МОП транзисторов (рис. 6б, рис. 6в).

3 Методическое обеспечение проведения экзамена

Экзамен является заключительным этапом изучения дисциплины и имеет цель оценить уровень теоретические знания обучаемых, их навыки и умения применять полученные знания при решении практических задач, а также оценить уровень освоения компетенций закрепленных за дисциплиной.

Вопросы для подготовки к экзамену расположены по ссылке:

https://drive.google.com/drive/folders/18texBFfd2_aOcjNbf_mGMSrkvojeBe2k