

Кафедра «Проектирование и технологии производства
электронной аппаратуры» (ИУ4)

Методики контроля статических параметров полевых транзисторов

Студент:

Леонидов В.В.

Руководитель:

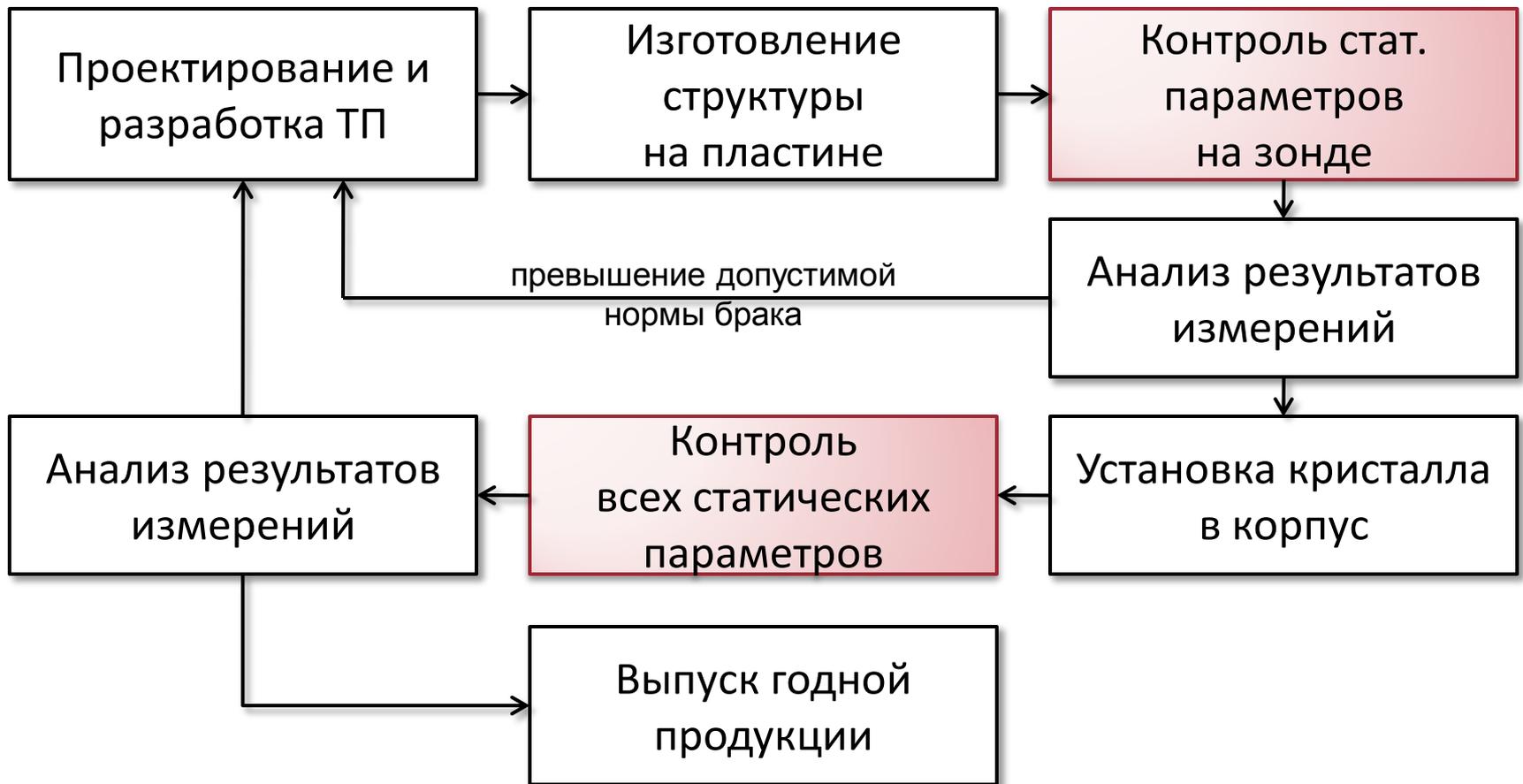
к.т.н., доцент Макаруч В.В.

Цель работы

- Разработка измерителя статических параметров полевых транзисторов для автоматизированного контроля выпускаемой продукции на предприятии.
- Работа выполнена на базе ФГУП НПП «Пульсар» для тестирования продукции, выпускаемой заводом.



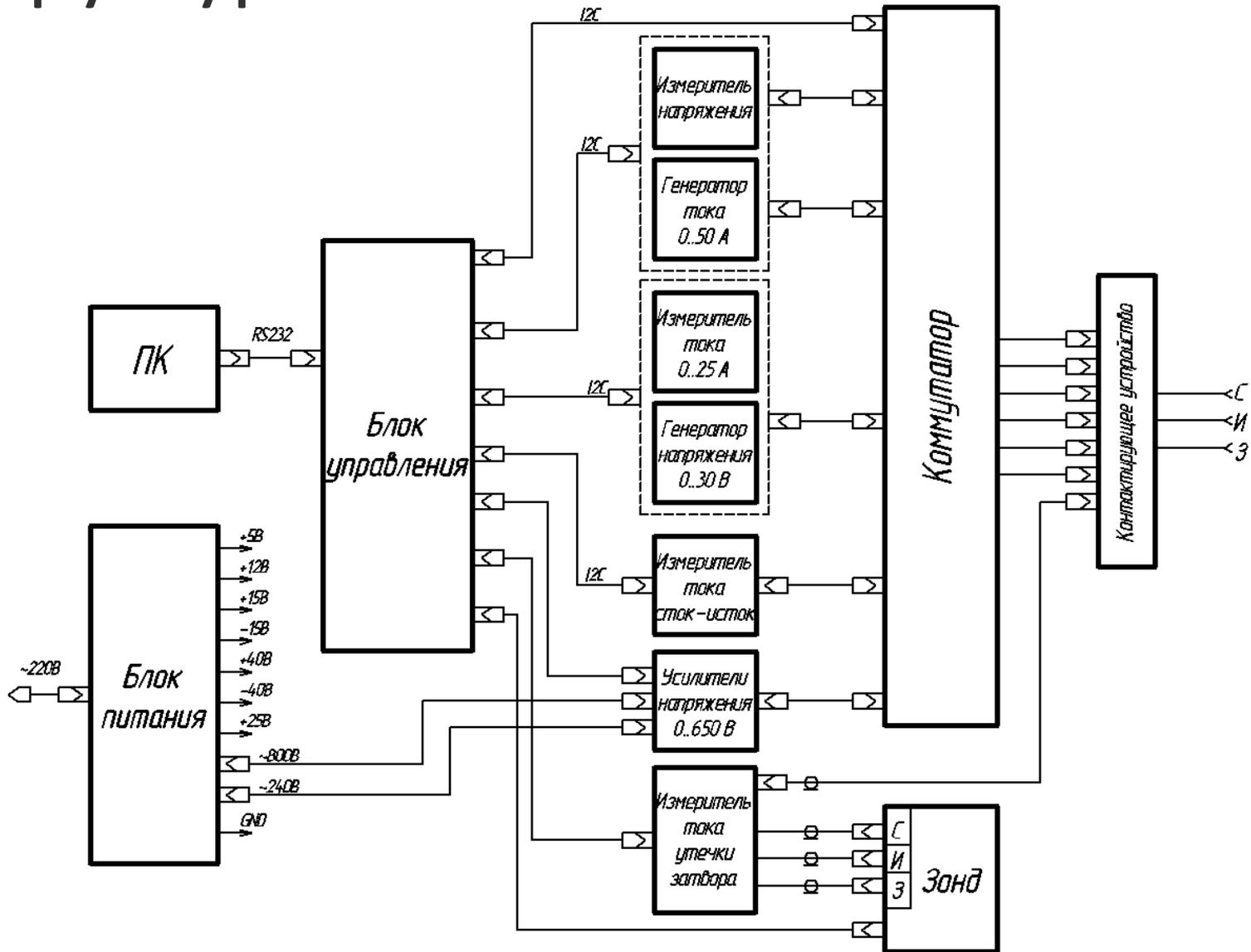
Основные жизненные циклы при производстве транзисторов



Основные статические параметры полевых транзисторов

Стат. параметр	Обозначение	Ед. измерения
Пороговое напряжение	$U_{\text{пор.}}$	[В]
Начальный ток стока	$I_{\text{с. нач.}}$	[А]
Остаточный ток стока	$I_{\text{с. ост.}}$	[А]
Ток утечки затвора	$I_{\text{з. ут.}}$	[А]
Сопротивление сток-исток	$R_{\text{си}}$	[Ом]
Крутизна характеристики	S	[См]
Активная составляющая выходной проводимости	g_{22}	[См]

Структурная схема ИСП



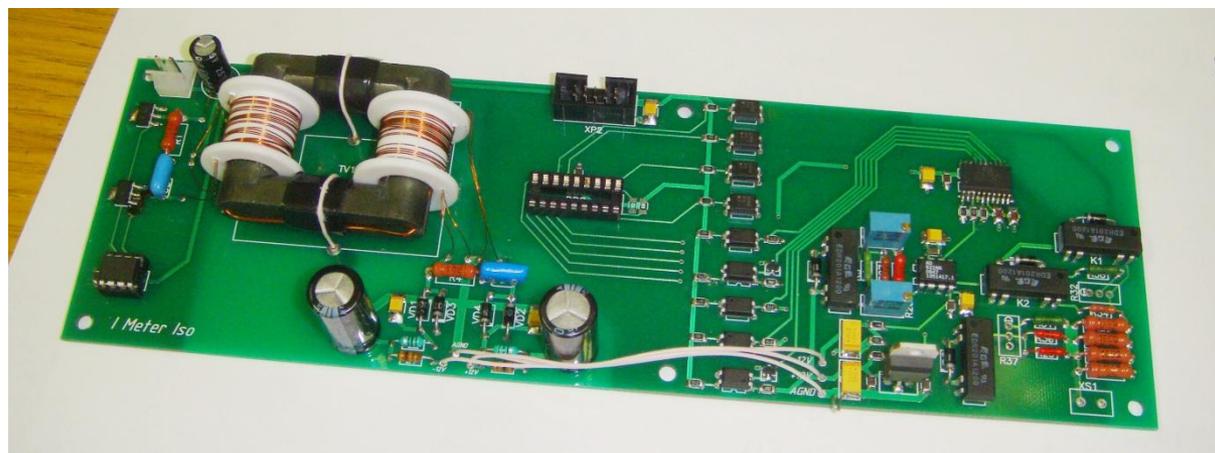
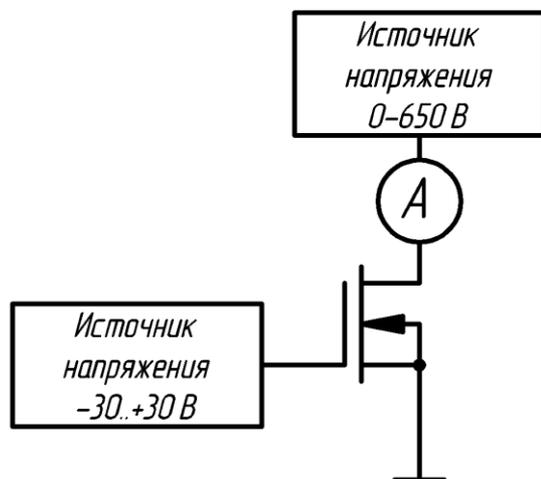
Измерение тока стока

Проблемы:

- Необходимость изолирования измерителя тока

Реализация:

- Развязка напряжений питания: импульсные преобразователи напряжения
- Развязка сигнальных проводников: оптроны



Измерение тока утечки затвора

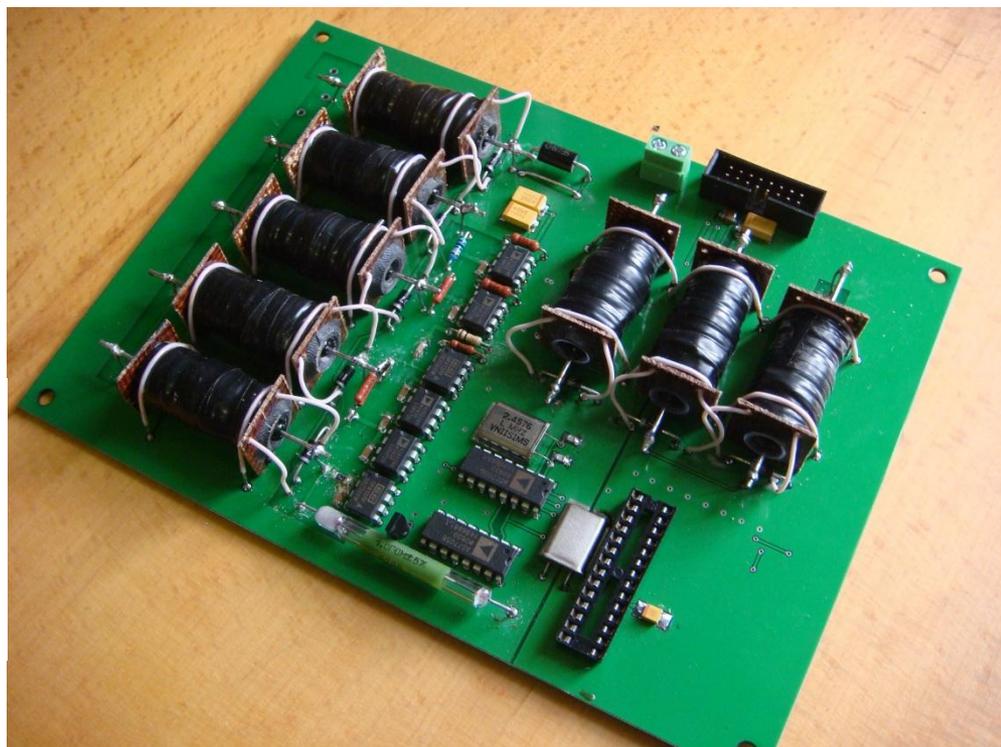
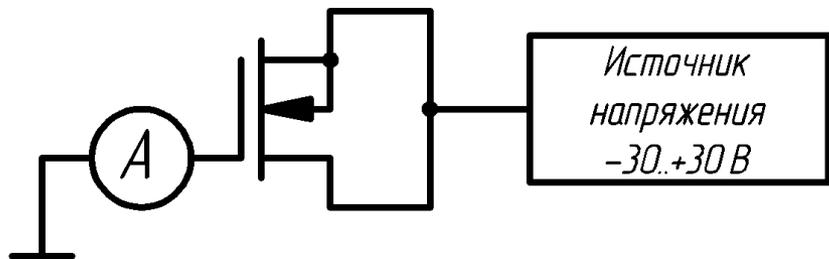
Основные проблемы:

- Токи утечки на печатной плате, сравнимые с измеряемыми (порядка 0.1 нА)
- Наводки от внешних полей
- Сильное влияние влаги на результат измерения

Реализация:

- Герметизация ячейки в корпус
- Экранирование платы

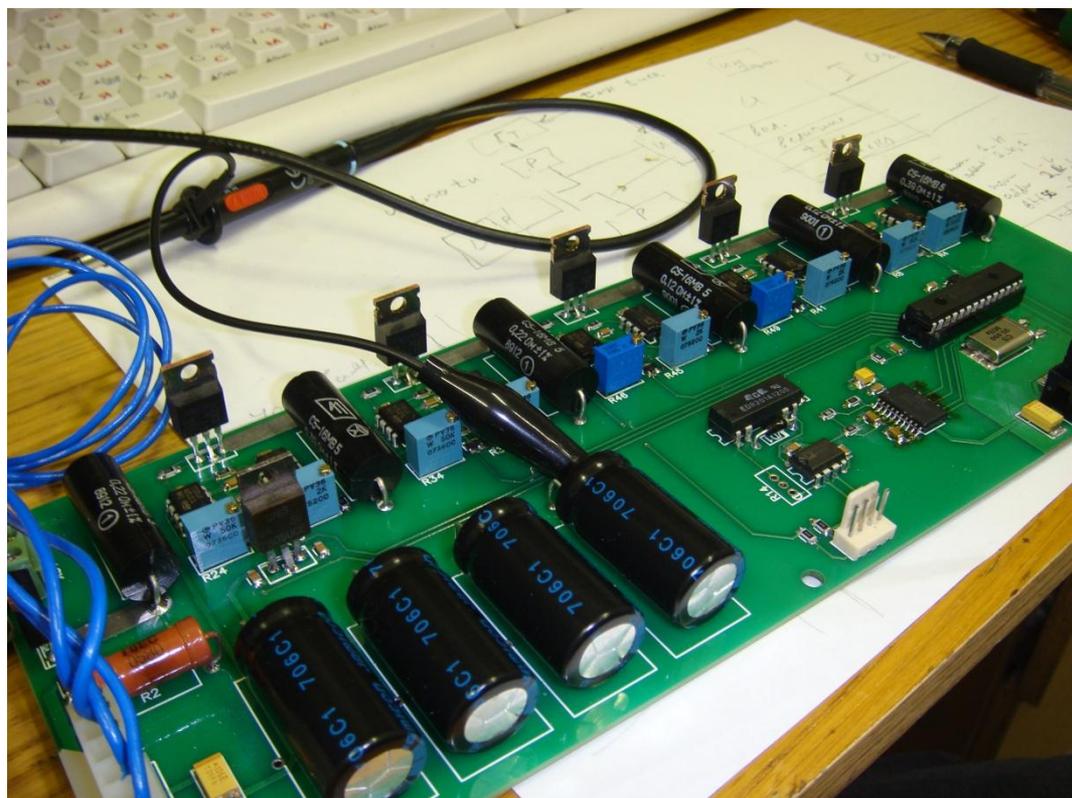
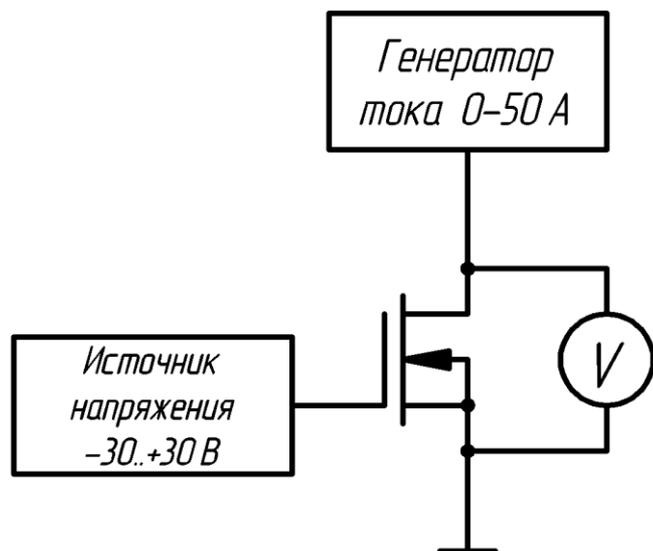
На рис. показана ячейка без корпуса



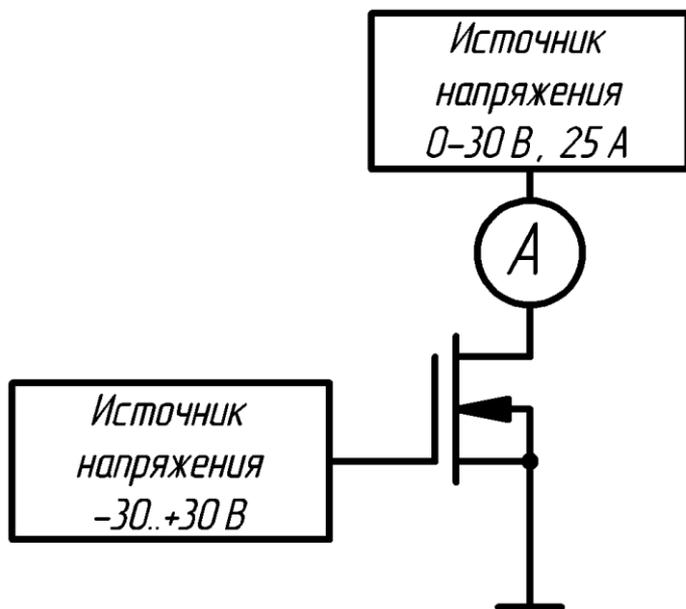
Измерение сопротивления СТОК-ИСТОК

- Сопротивление сток-исток:

$$R_{си} = \frac{U_{си}}{I_c}$$

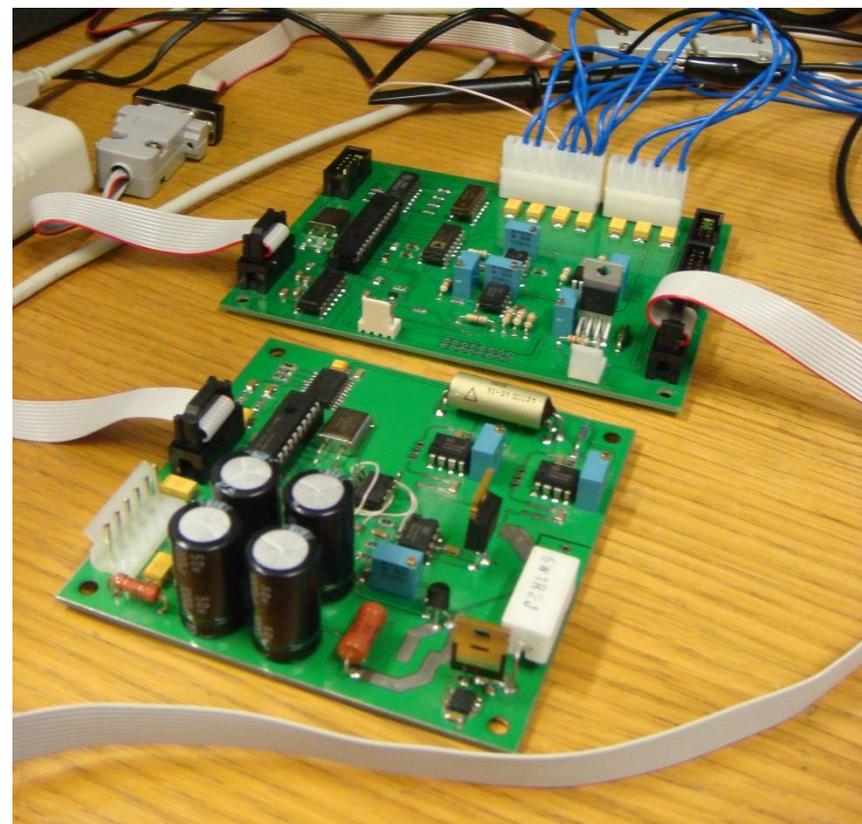


Измерение крутизны характеристики, активной составляющей выходной проводимости, порогового напряжения

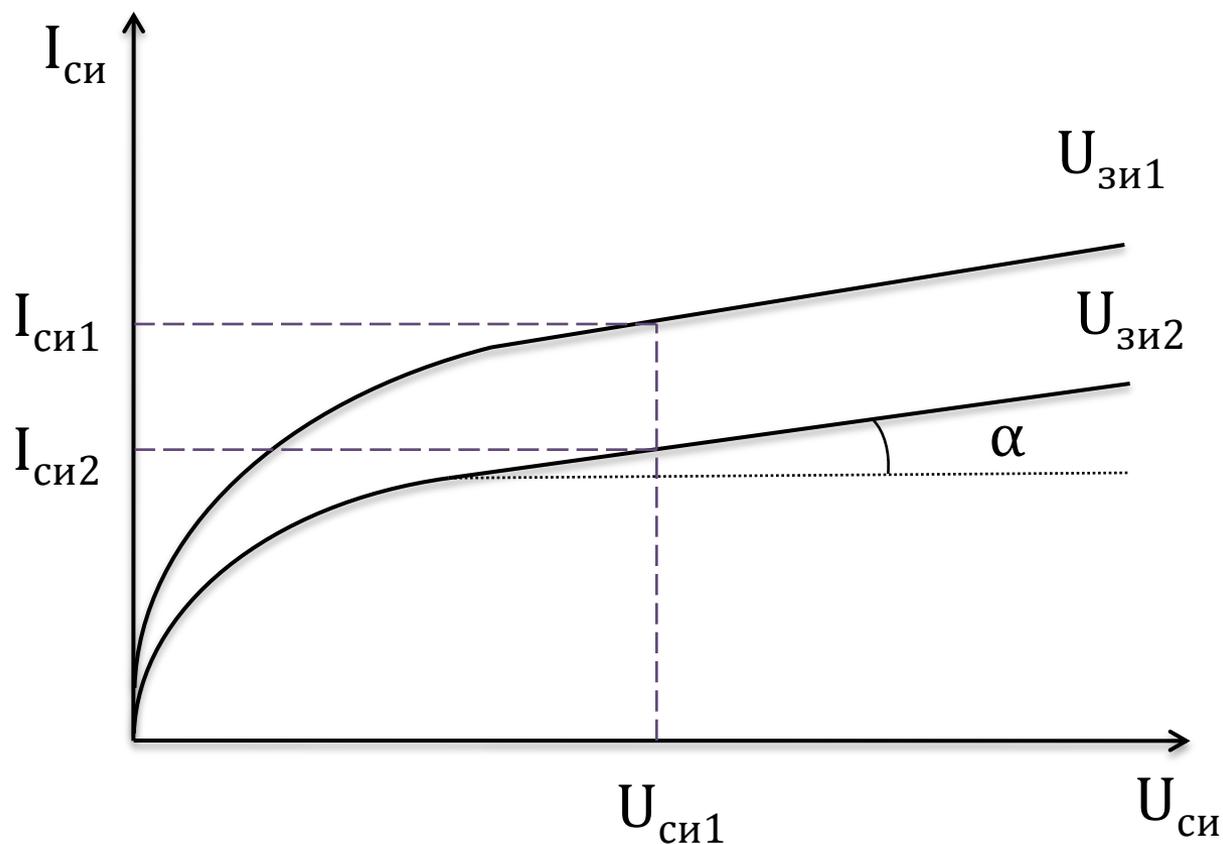


На фото показана реализация данной схемы:

- Блок управления (сверху)
- Генератор напряжения, измеритель тока (снизу)



Выходная характеристика полевого транзистора



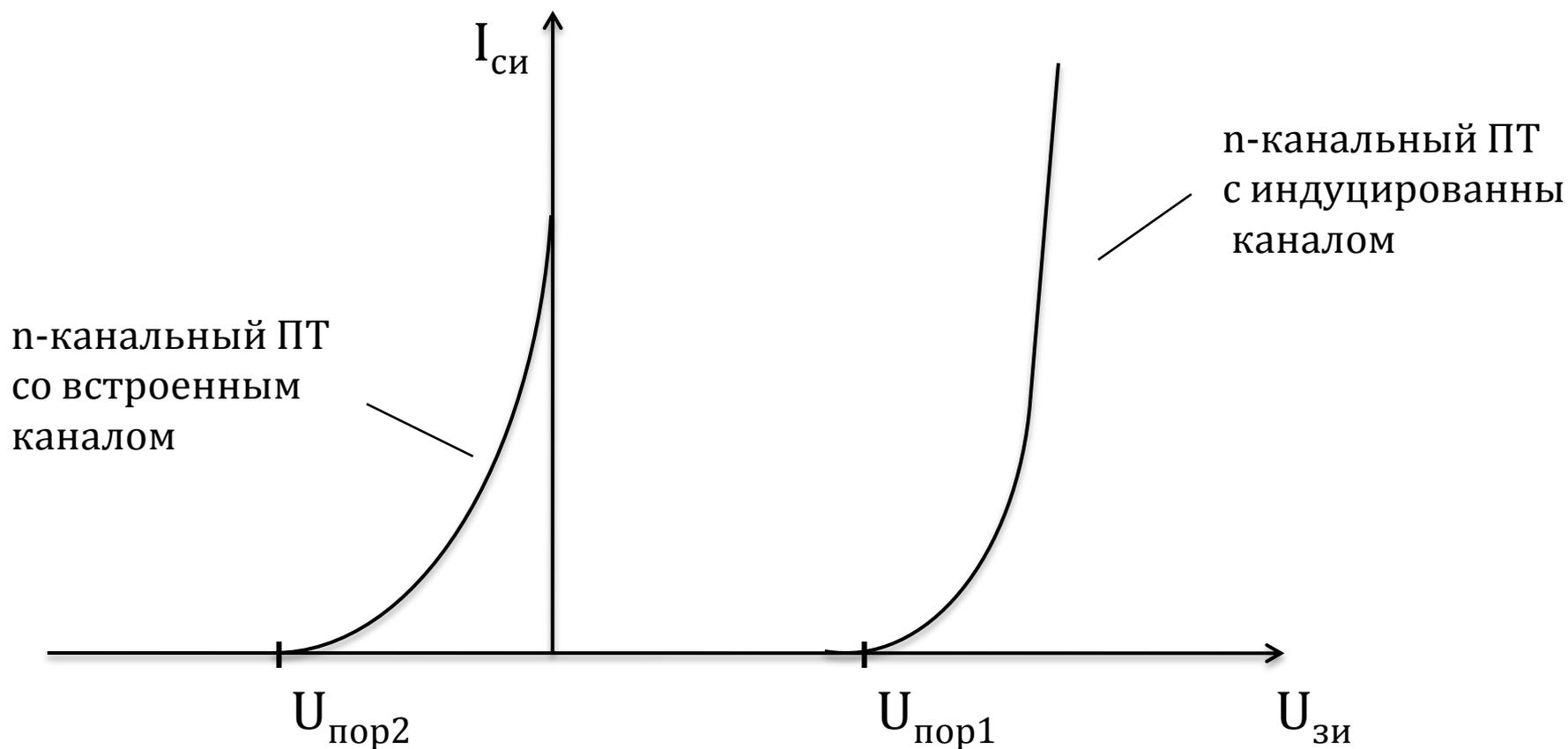
- Крутизна характеристики:

$$S = \frac{\partial I_c}{\partial U_{зи}}$$

- Активная составляющая выходной проводимости:

$$g_{22} = \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha}$$

Измерение порогового напряжения



Пользовательское ПО

Измеритель статических параметров n-канальных полевых транзисторов

История | Настройки | Справка

Измерения | Временные задержки | Графики характеристик

Сопротивление сток-исток

Источник напряжения -30..+30В

Задержка: 0 мкс
Длительность: 350 мкс

Генератор тока 0..50А

Задержка: 50 мкс
Длительность: 300 мкс

Результаты измерений

Пуск

Контакт	ОК	
Rси	0.51	Ом
Iс. нач.	1.31	мкА
Iс. ост.	105.2	мкА
Uпор.	0	В
Из. ут.	0	нА
S	0	мСм
g22	0	мСм
Удиода	0	В

БРАК

Статистика

Партия: 3218
Пластина: 3

Брак по:

Контакт	0 шт.
Rс-и	1 шт.
Iс. нач.	0 шт.
Iс. ост.	1 шт.
Uпор.	0 шт.
Из. ут.	0 шт.
S	0 шт.
g22	0 шт.
Удиода	0 шт.

Всего: 14 шт.
Годных: 12 шт.
Брак: 2 шт.

Нормы и режимы измерений

Загрузить | Сохранить | Текущие настройки *Control.ini*

Тестирование: Полное До брака

Останов: Брак > 100

Шаг зонда: 1.000 × 1.000

Тренировка: Включена Uзи = 5.0 В

Измеряемые параметры и нормы

Контакт

<input checked="" type="checkbox"/> Rси	0.050 ± 0.010 Ом	Uзи = 15.0 В	Iси = 45.00 А
<input checked="" type="checkbox"/> Iс.н.	1.00 ± 0.50 мкА	Uзи = 0.0 В	Uси = 30.00 В
<input checked="" type="checkbox"/> Iс.о.	10.00 ± 1.00 мА	Uзи = 5.0 В	Uси = 30.00 В

Печать | Сохранить | Сброс статистики

Выводы

- Исследованы схемы и методы автоматизированного контроля статических параметров полевых транзисторов
- Рассмотрены основные проблемы, возникающие при проектировании измерительных устройств
- Разработана структурная схема измерителя статических параметров полевых транзисторов
- Разработана аппаратная и программная часть измерителя

Перспективы

- Разработанный измеритель планируется внести в официальный перечень измерительных приборов РФ.