



МОРАВСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

# Установка для определения электротепловых параметров и характеристик мощных транзисторов MOSFET и IGBT

Автор проекта: А. Е. Лысенков

# Актуальность

1. В настоящее время мощные транзисторы MOSFET и IGBT являются главными элементами силовой электроники.
2. Опыт их эксплуатации показывает, что MOSFET и IGBT — одни из самых ненадёжных приборов в электронике.
3. Наиболее эффективный способ повышения надёжности силовых полупроводниковых приборов — подбор по электротепловым параметрам. На данный момент в отечественной промышленности нет методик и оборудования, позволяющих осуществлять контроль качества транзисторов.
4. Создание и внедрение методов контроля качества и подбора мощных MOSFET и IGBT, а также технических средств позволит:
  - увеличить надёжность транзисторов и преобразователей;
  - сократить расходы на обслуживание преобразователей и эксплуатацию приборов,
  - снизить материальный ущерб в результате уменьшения количества отказов.



## Цель проекта

Создание высокопроизводительного диагностического оборудования для контроля качества силовых транзисторов с полевым управлением MOSFET и IGBT по электротепловым параметрам и характеристикам.



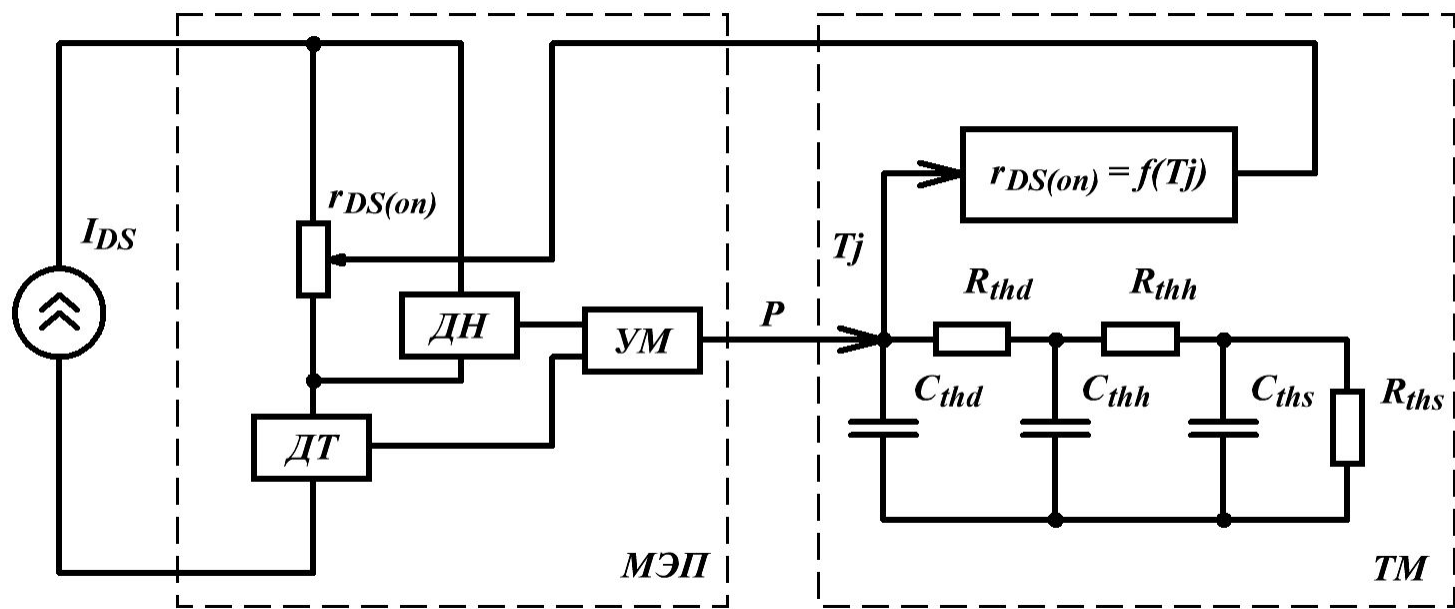
## Научная новизна

1. Разработаны математические модели силовых транзисторов с полевым управлением для исследования электротепловых процессов, протекающих в них при эксплуатации.

2. Разработан метод определения значений электротепловых параметров мощных транзисторов MOSFET и IGBT.



## Математическая модель ТПУ



МЭП – модель электрических процессов ( $r_{DS(on)}$  – сопротивление канала в открытом состоянии, ДТ – датчик тока, ДН – датчик напряжения, УМ – умножитель).

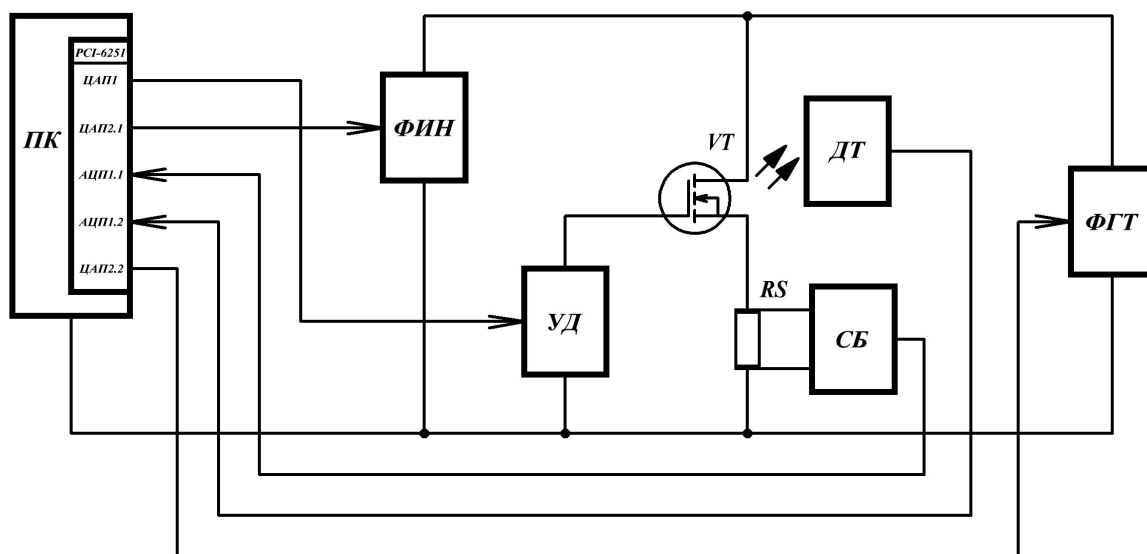
ТМ – тепловая модель ( $R_{thd}$  и  $C_{thd}$  – тепловое сопротивление и теплоёмкость кристалла,  $R_{thh}$  и  $C_{thh}$  – корпуса,  $R_{ths}$  и  $C_{ths}$  – теплостока).

$$r_{DS(on)}(T_j) = r_{DS(on)}(25^0 C)(aT_j^2 + bT_j + c),$$

где  $T_j$  – температура кристалла;  $a$ ,  $b$ ,  $c$  – коэффициенты.



# Функциональная схема измерительного комплекса



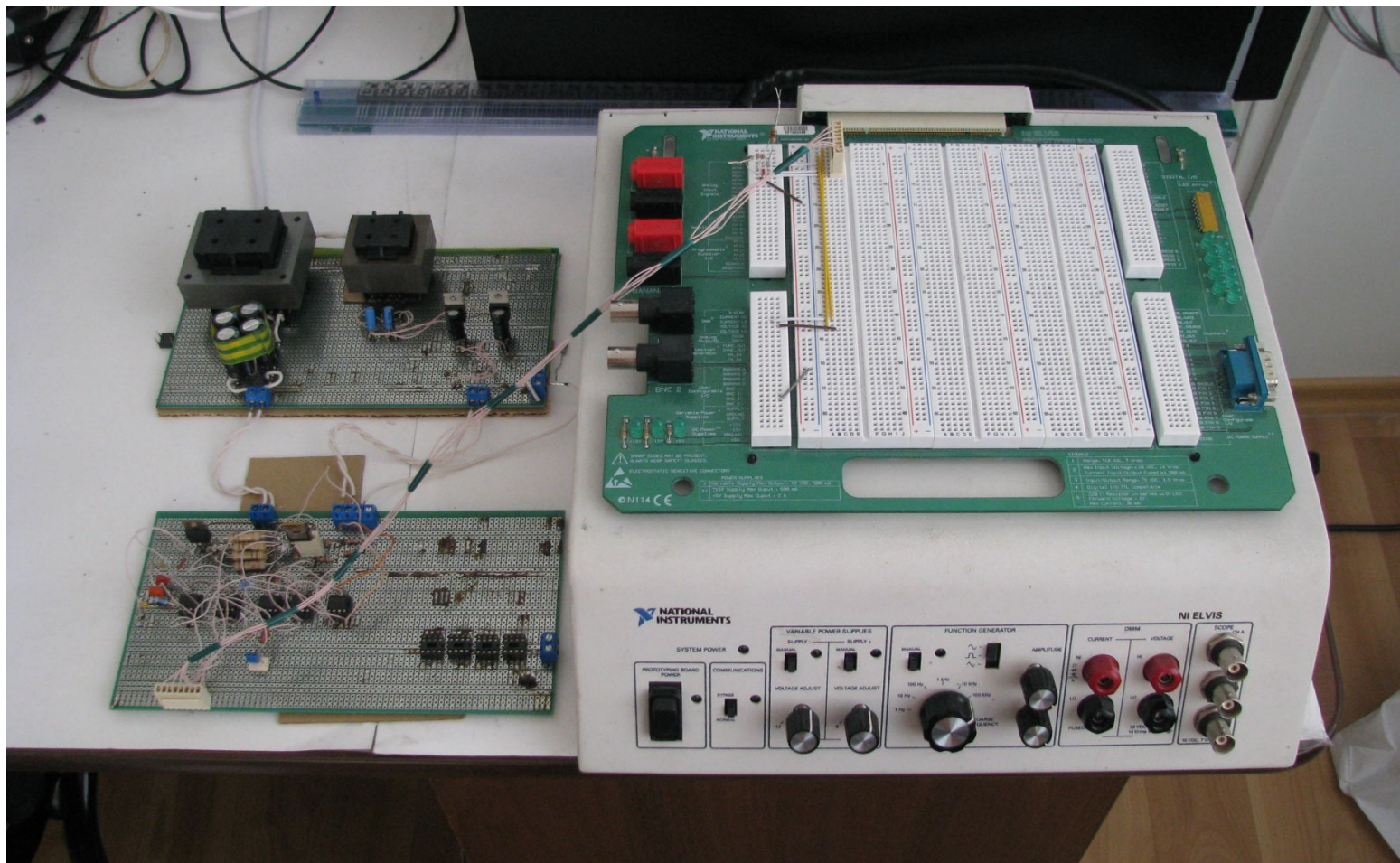
- ПК** — персональный компьютер;  
**ФИН** — формирователь импульса напряжения;  
**УД** — управляющий драйвер;  
**VT** — испытуемый прибор;  
**ДТ** — датчик температуры;  
**СБ** — согласующий блок;  
**ФГТ** — формирователь гребящего тока;

Рис. 1 — Функциональная схема комплекса

1. Устройство реализовано с помощью средств, предлагаемых компанией **National Instruments**.
2. Программная часть выполнена в среде графического программирования **LabVIEW**.
3. Связь **ПК** с аппаратной частью осуществляется с помощью универсальной платы сбора данных **NI PCI-6251**.

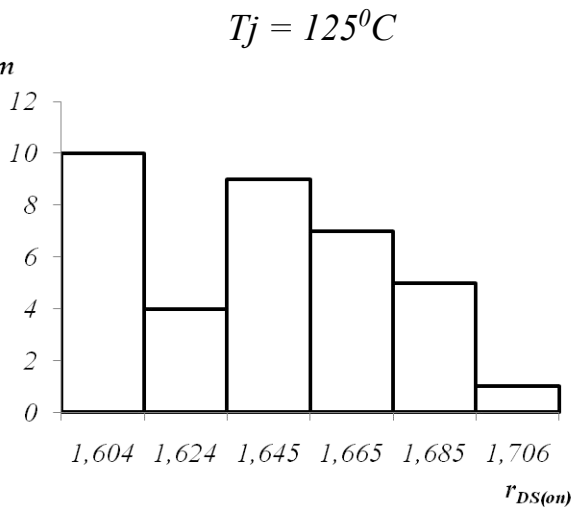
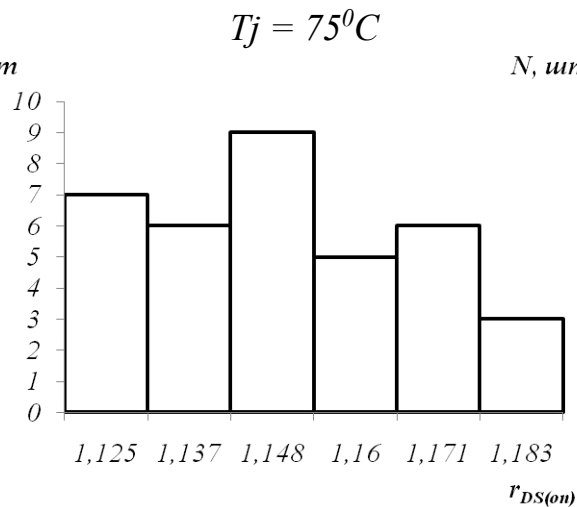
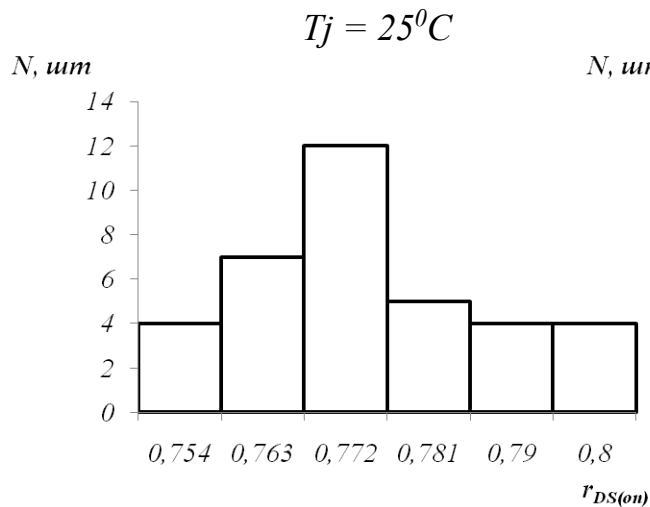
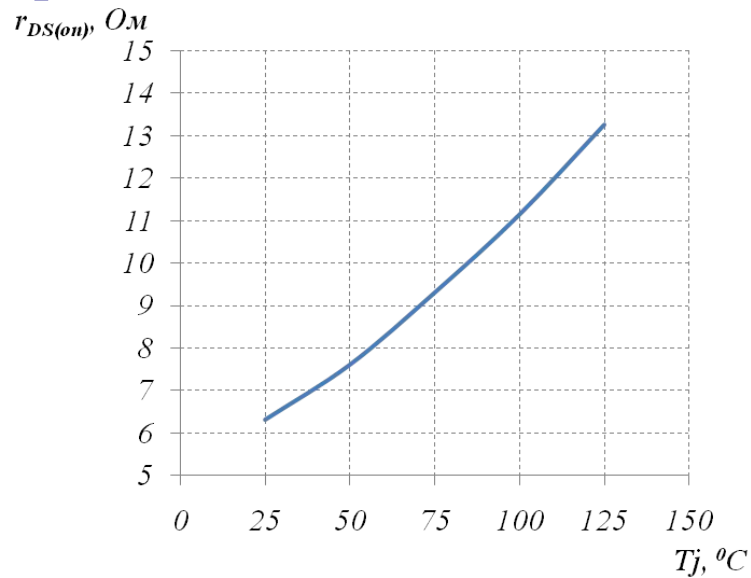
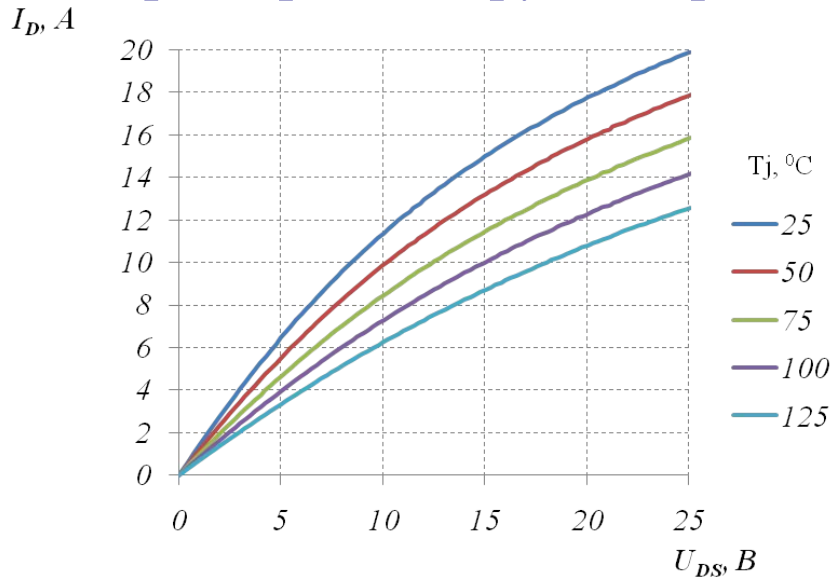


# Макет разрабатываемого диагностического комплекса





# Гистограммы распределений величин параметров и характеристик группы транзисторов





# Потенциальные потребители

## 1. Заводы изготовители:

- а) ОАО «Электровыпрямитель»,
- б) группа предприятий «Ангстрем»,
- в) ОАО «ОКБ „Искра“»,
- г) ЗАО «Группа-Кремний» и др.

2. Большое количество предприятий, занимающихся разработкой и созданием электрических преобразователей и систем управления на основе MOSFET и IGBT.

## Заключение

Использование программно-аппаратного измерительного устройства позволит:

- 1) при разработке и проектировании транзисторов — уточнять величины основных электротепловых параметров и характеристик разрабатываемых приборов;
- 2) при серийном выпуске транзисторов — **осуществлять их сплошной контроль и вести отбраковку потенциально ненадёжных приборов**, что позволит на порядок снизить интенсивность их отказов;
- 3) при изготовлении преобразователей — контролировать и подбирать приборы по электротепловым параметрам и характеристикам;
- 4) при эксплуатации преобразователей на стадии входного контроля — осуществлять дополнительный подбор приборов по электротепловым параметрам и характеристикам вместо отказавших приборов и отбраковывать потенциально ненадёжные.

**Все эти меры обеспечивают существенное снижение будущих затрат на последующее обслуживание и ремонт преобразователей.**