

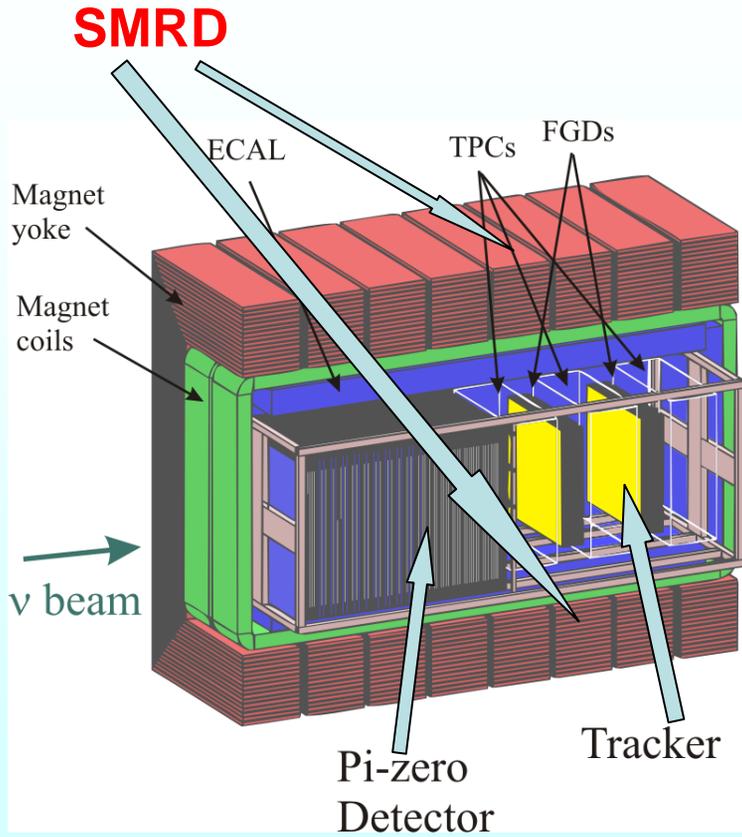
# Результаты тестирования лавинных фотодиодов для эксперимента Т2К

Александр Измайлов

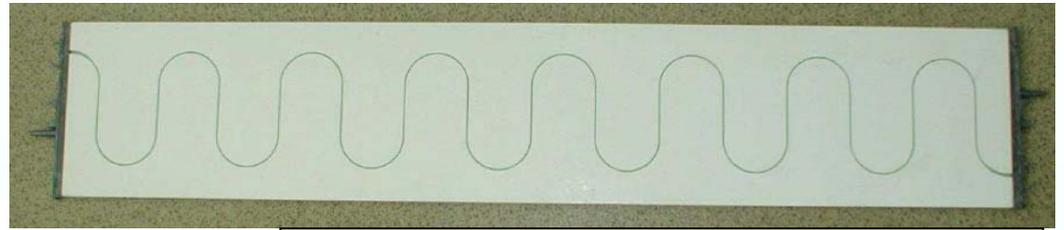
ОФВЭ

ИЯИ РАН

# Фотодетекторы в ND280



Ближний детектор нейтрино ND280



Индивидуальный SMRD счетчик

- детектор ND280
  - ~ 60к каналов
  - магнитное поле UA1 ~0.2Т
- SMRD детектор
  - 2130 индивидуальных счетчиков
  - ~ 4600 фотосенсоров (включая запасные)

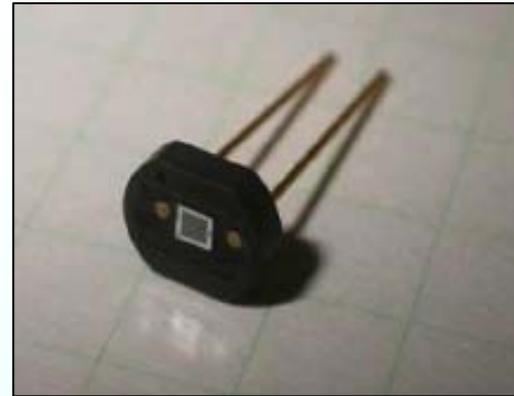
# Фотосенсоры для SMRD

Изучение различных параметров и характеристик

MRS APD и MPPC в течении ~ 2 лет

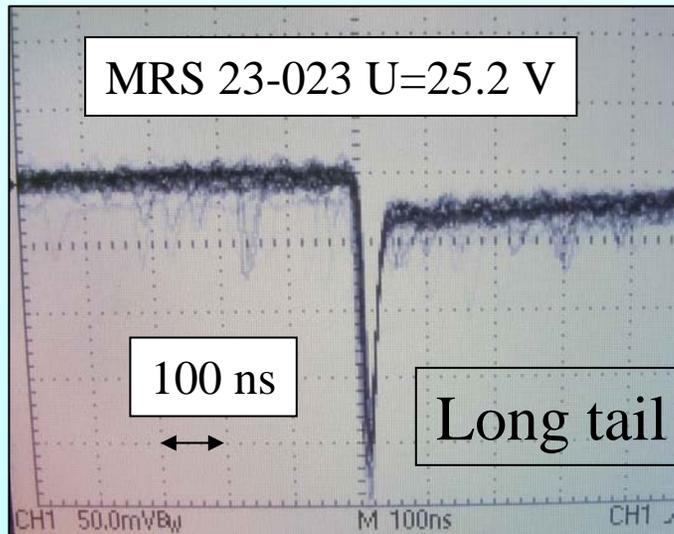
MRS APD:

- серия “MRS-1710” – низкая эффективность регистрации фотонов
- серия “MRS-23” - плохая форма сигнала- длинный “хвост”



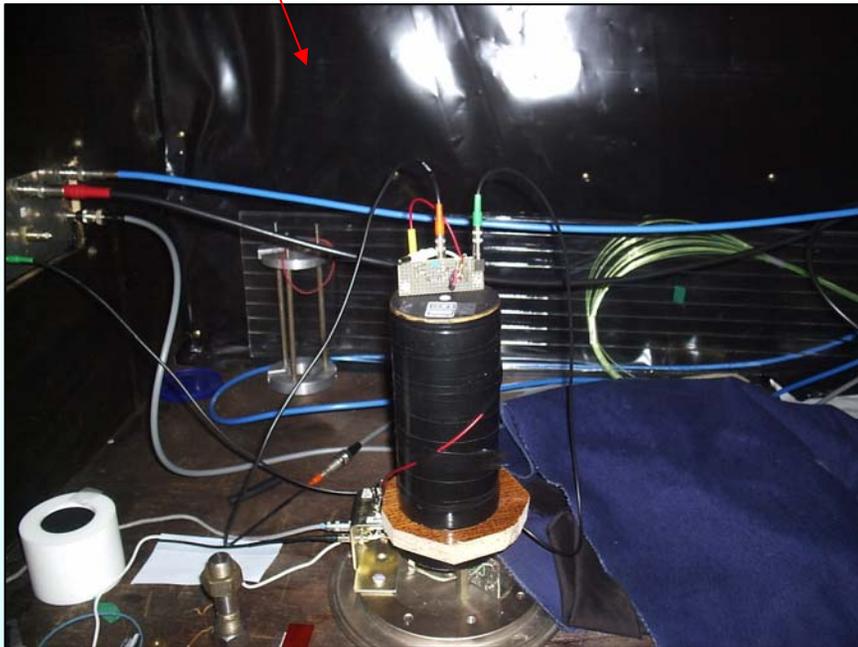
Hamamatsu MPPC, основные параметры:

- 667 пикселей
- активная площадь 1.3x1.3 мм<sup>2</sup>
- размер пикселей 50x50 мкм<sup>2</sup>
- рабочее напряжение ~70 В
- эффективность регистрации фотонов (зеленый свет) ~25%
- усиление ~ 7x10<sup>5</sup>
- уровень шума (порог 0.5 ф.э.) – ~ 0.7 МГц
- ширина импульса < 50 ns
- cross-talk + послеимпульсы ~ 20%



# Стенды для тестирования фотосенсоров

Два стенда



Тесты различных сенсоров на стадии R&D

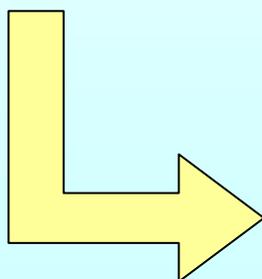
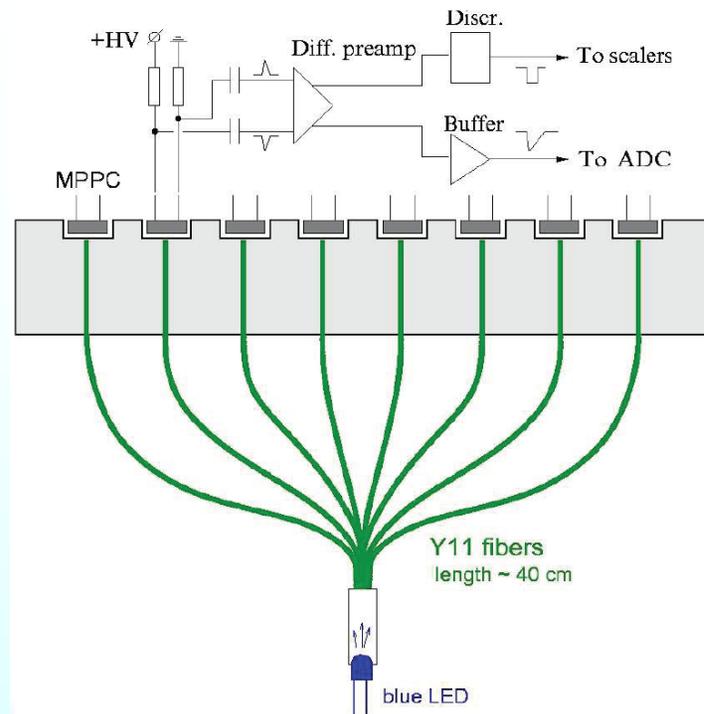
- комнатная температура
- источник: LED

Тесты MPPC во время массового производства SMRD модулей:

- термостат  $T=3-40\text{ }^{\circ}\text{C}$
- точность стабилизации -  $0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$
- источник: Y11 & LED
- возможность тестов MRS APD

# Тесты МРРС в большом кол-ве

- ~ 1600 МРРС тестировалось в ИЯИ РАН
- исследуемые параметры
  - усиление (в каналах ADC)
  - относительный световыход
  - уровень шума при пороге на уровне 0.5 ф.э.
- описание тестов
  - температура 25.0-25.3 °C
  - точность установки напряжения 0.03 В
  - за один раз тестируется 8 приборов
  - 24 фотосенсора в час



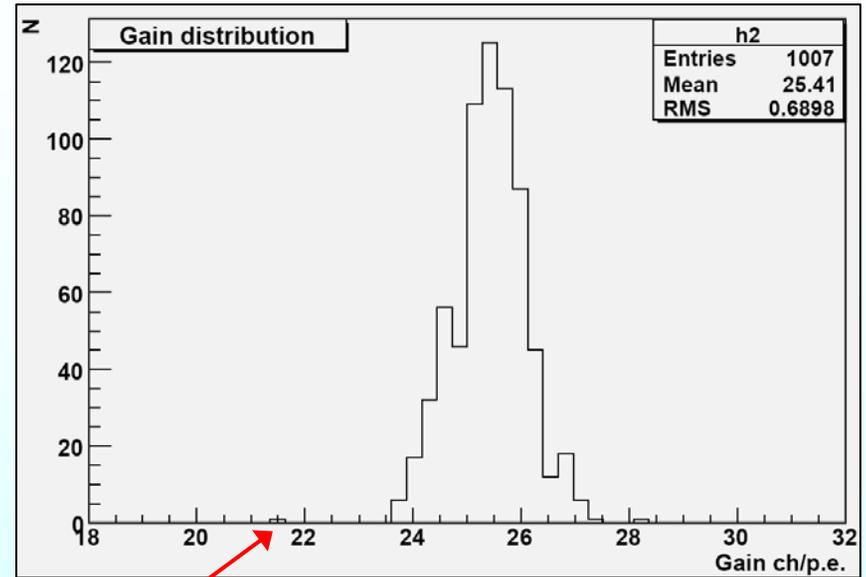
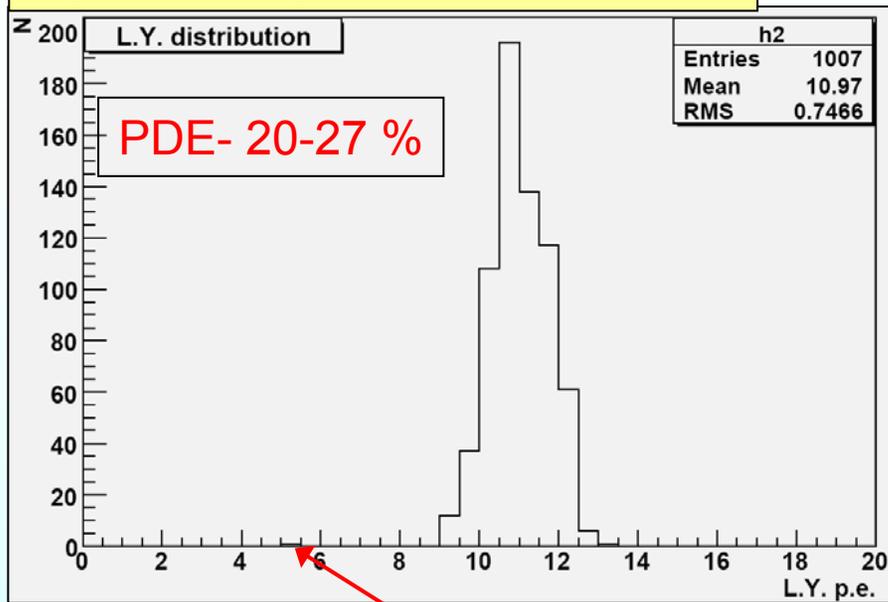
Parameter	Temp. coefficient
PDE	-2 %/°C
Gain	-1.8 %/°C
Dark rate	1.6 %/°C

Зависимость параметров от температуры

# Результаты тестов

1 p.e. corresponds to 2.13% PDE

T = 25.0-25.3 °C

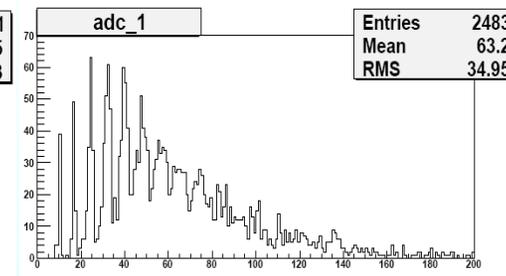
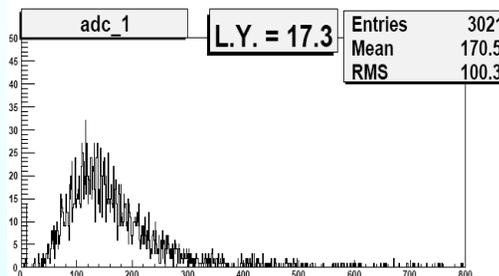
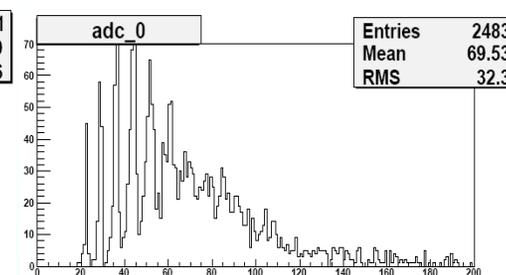
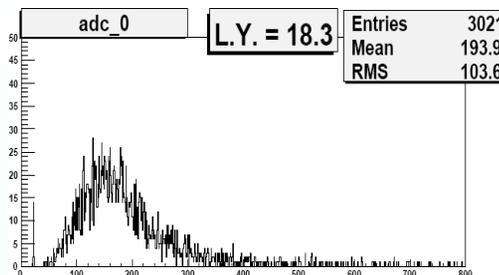


Один МРРС был забракован

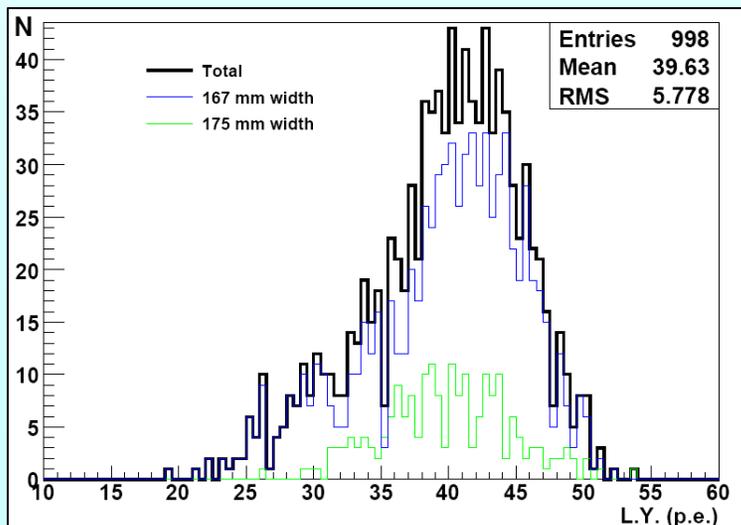
Dark rate – 400-1200 kHz

# SMRD счетчики с МРРС фотодетекторами

Тесты SMRD детекторов на основе МРРС с космическими мюонами



Распределение суммарного свеовыхода для MIP



Typical ADC signal & calibration T = 22.7 °C

•  $\sigma_t = 0.86 \text{ ns}$

•  $\sigma_x = 5.8 \text{ cm}$

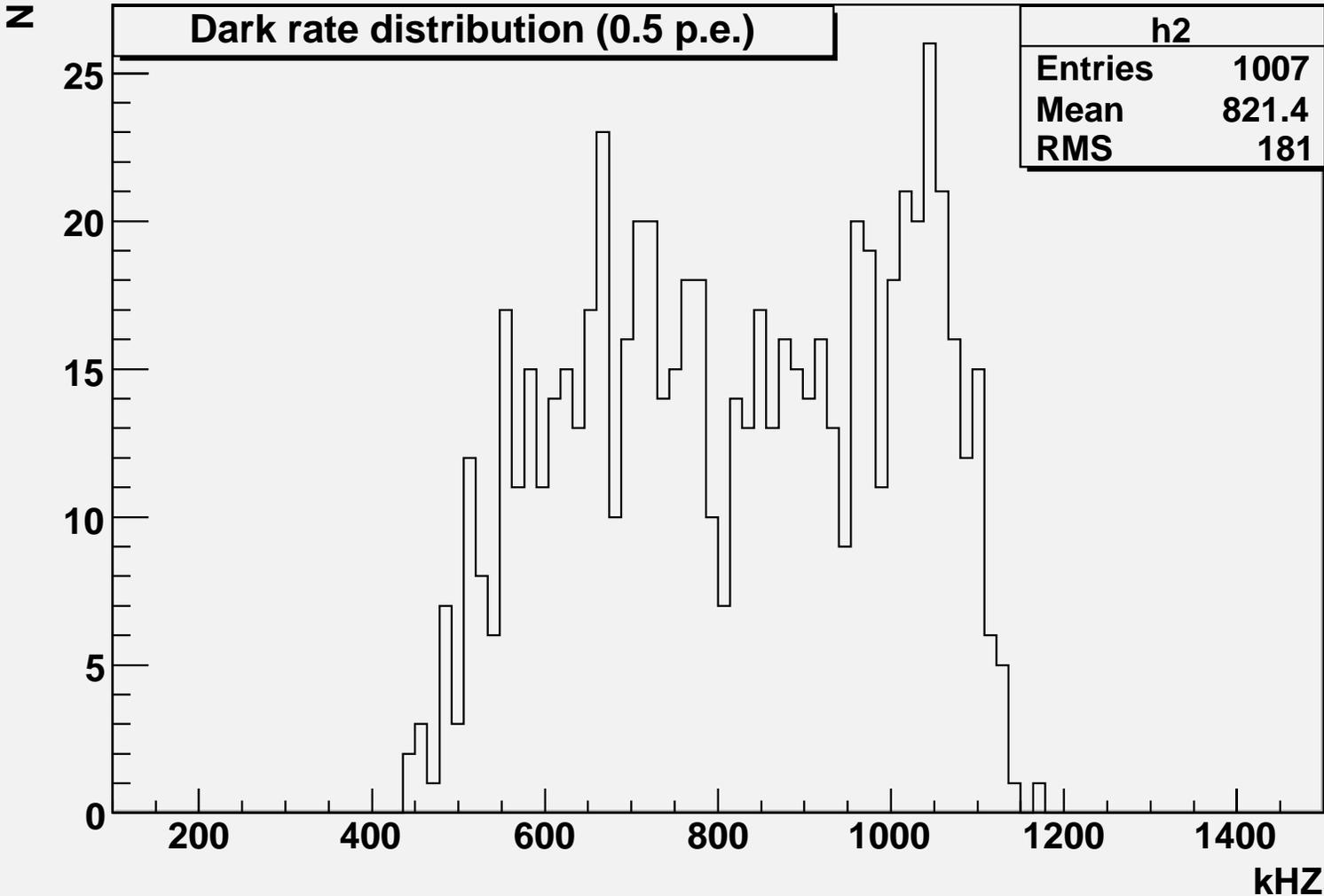
MIP detection efficiency >99.9%

# Заключение

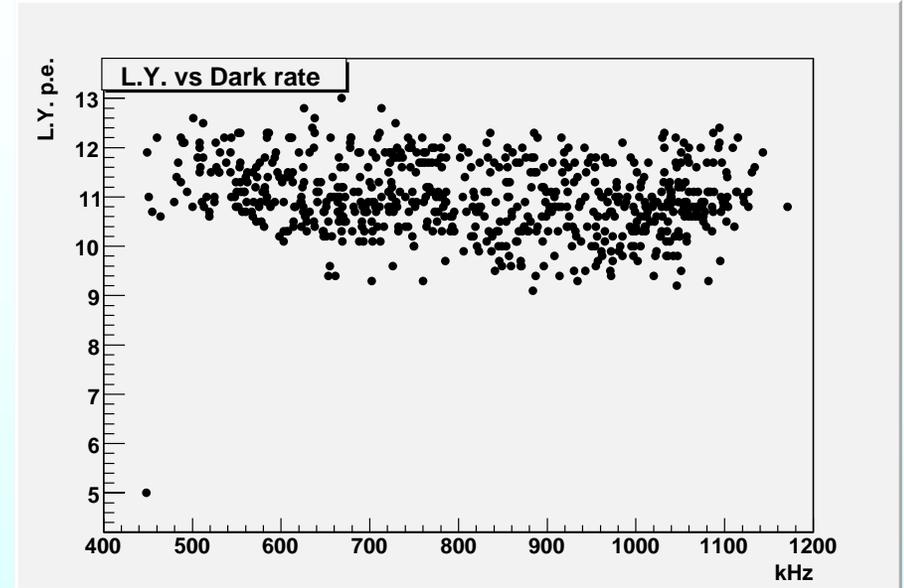
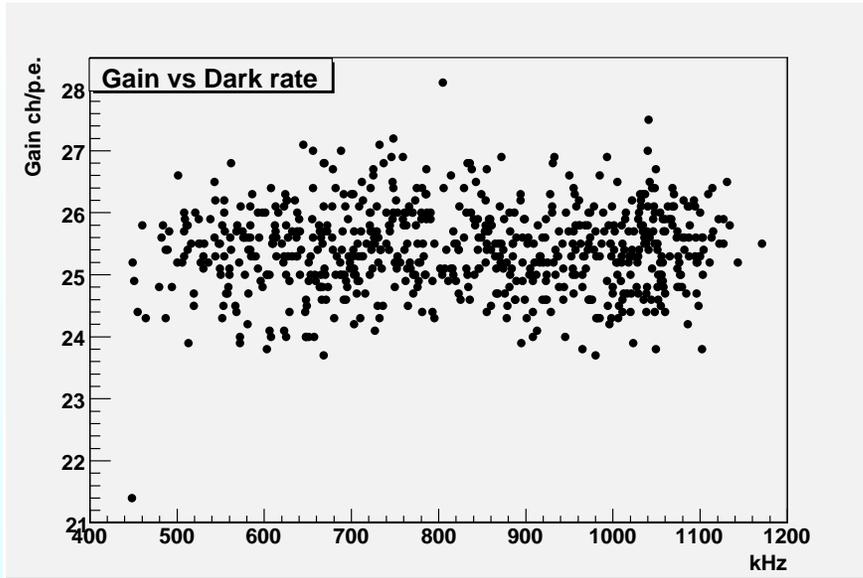
- Разработана и создана экспериментальная база для массового тестирования и отбора лавинных фотодетекторов
- Успешно проведено тестирование большого кол-ва фотосенсоров МРРС (а также MRS APD)
- Данные, полученные ИЯИ РАН, используются в качестве опорных различными лабораториями-участниками Т2К (США, Япония, Европа),
- В ближайшем будущем развитая техника будет использована для тестов MRS APD для эксперимента ЕММА, а также для дальнейшего изучения различных лавинных фотодиодов

# Дополнения

# Dark rate distribution



# L.Y.& Gain vs Dark rate



No remarkable dependence