



МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

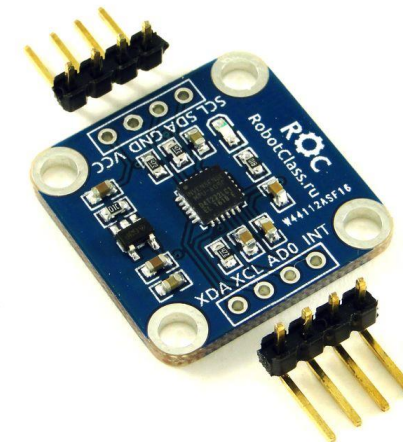
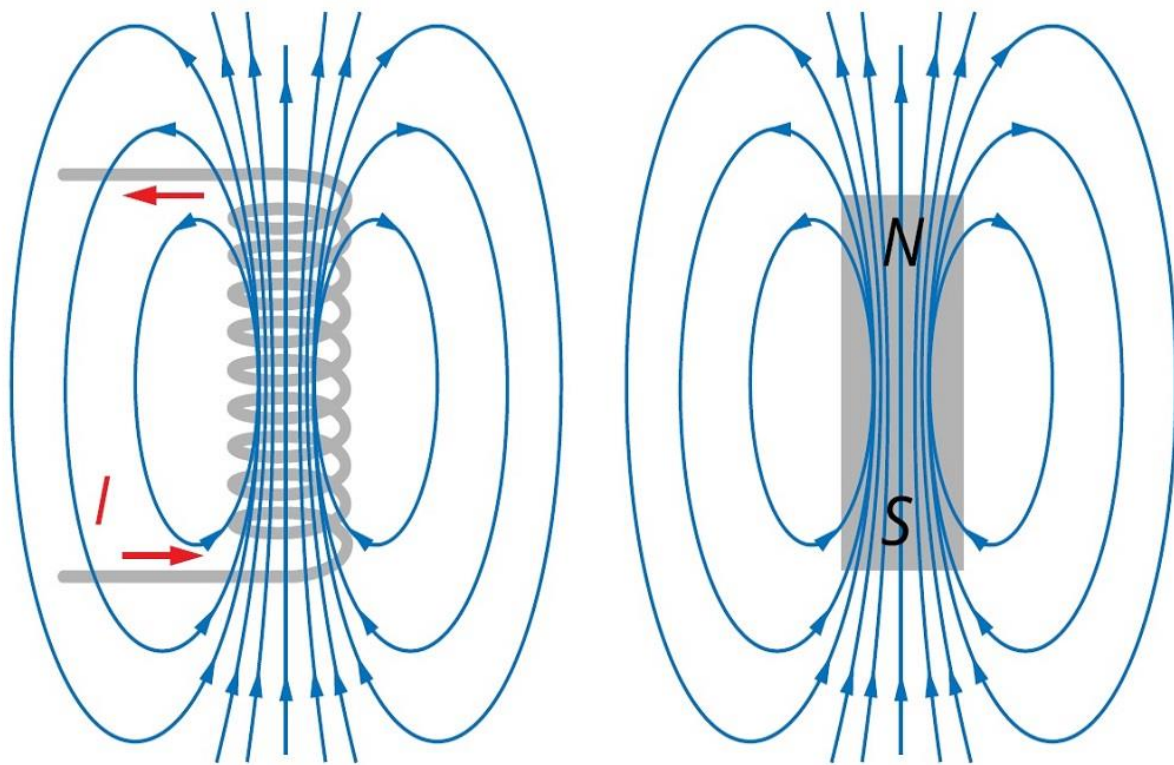
# ЭФФЕКТ ХОЛЛА В ПОЛУПРОВОДНИКАХ. АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА

---

Назарчук Анна Б02-109

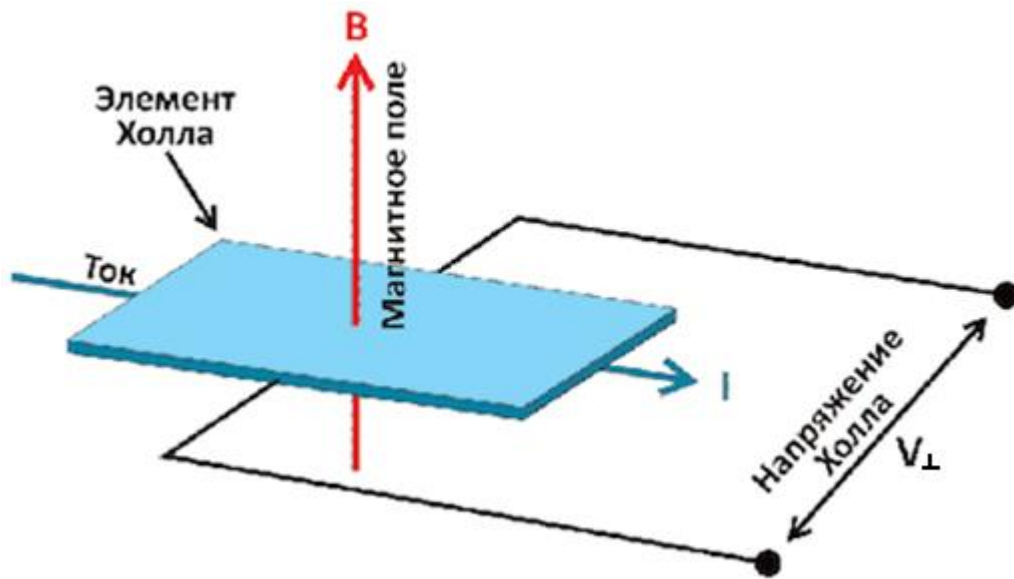
Долгопрудный, 2022

# Введение



Как же измерить  
магнитное поле?

# Эффект Холла



$$U_{\perp} = R_H \cdot \frac{B}{h} \cdot I$$

$R_H$  – постоянная Холла

# Исходный вариант работы



Работа состояла из 4 частей:

- *Градуировка электромагнита* – определяется зависимость магнитной индукции в зазоре электромагнита (1) от тока через магнит
- *Измерение ЭДС Холла* – измеряется разность потенциалов на образце при различных значениях силы тока через электромагнит и образец
- *Определение знака носителей* – делаются выводы о характере проводимости по направлениям тока
- *Измерение удельной проводимости* – на образец подается небольшое напряжение, измеряется ток через него

# Недостатки существующей работы

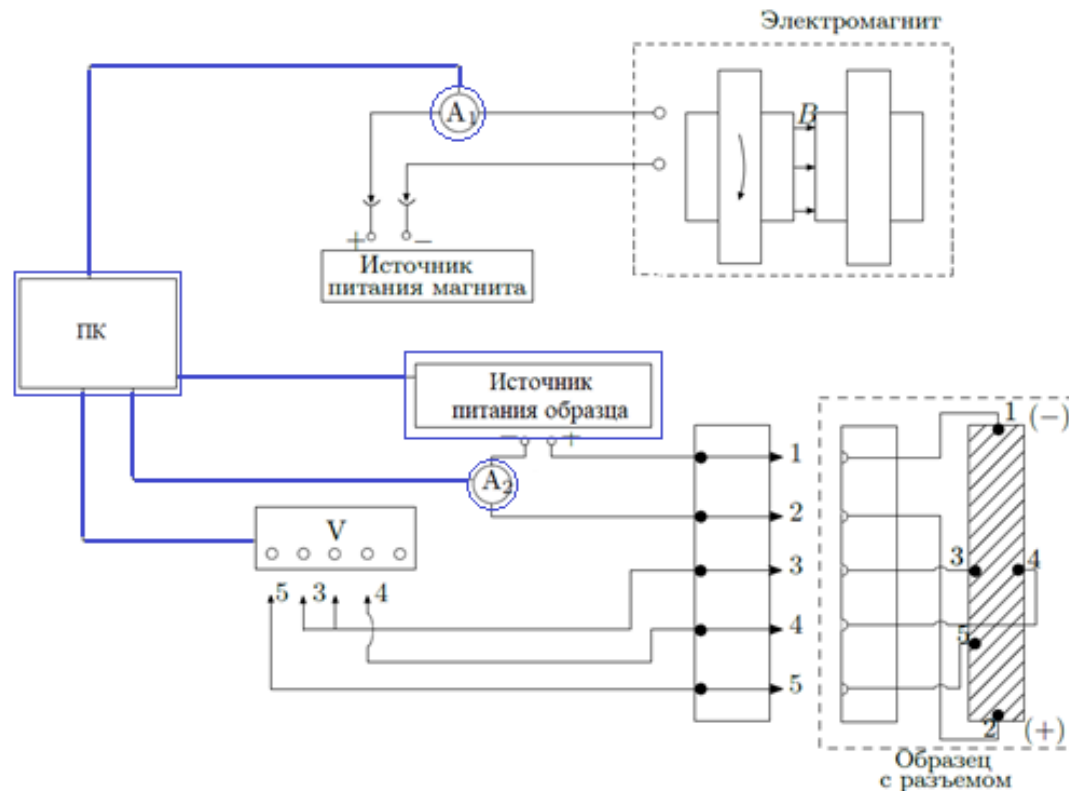
## Градуировка электромагнита

- Каждое измерение необходимо записать в лабораторный журнал
- Малое количество измерений из-за высокой трудоемкости
- Высокая погрешность градуировочных коэффициентов из-за малого количества измерений

## Измерение ЭДС Холла

- Измерение тока через образец реализовано с помощью аналогового амперметра с высоким классом точности
- Невозможно регулировать изменение тока через образец, так как осуществляется при помощи реостата
- Малое количество измерений из-за высокой трудоемкости

# Текущий вариант работы



Экспериментальная установка

- Работа стала полуавтоматизированной
- Каждая из частей лабораторной представлена в виде отдельного окна в программном обеспечении
- Связь с приборами осуществляется при помощи USB-портов. Данные с приборов сохраняются в файлы
- Добавлена часть с автоматическим построением графиков и вычислением постоянных образца

Определение ЭДС Холла

Файл

Помощь

	U <sub>34</sub> mV	I <sub>0</sub> mA	U <sub>0</sub> mV	I <sub>0</sub> mA	E <sub>0</sub> mV	N	L <sub>ms</sub>
5	154.18333333333334	154.18333333333334	154.18333333333334	15.418333333333333	0	5	9251
6	181.36666666666667	181.36666666666667	181.36666666666667	18.136666666666667	0	8	10882
7	201.66666666666666	201.66666666666666	201.66666666666666	20.166666666666664	0	9	12100
8	226.91666666666666	226.91666666666666	226.91666666666666	22.891666666666666	0	10	13815
9	255.53333333333333	255.53333333333333	255.53333333333333	25.553333333333333	0	12	15332
10	292.65	292.65	292.65	29.264999999999997	0	13	17559
11	346.06666666666666	346.06666666666666	346.06666666666666	34.606666666666667	0	16	20764
12	363.5	363.5	363.5	36.35	0	17	21810
13	397.58333333333333	397.58333333333333	397.58333333333333	39.758333333333333	0	18	23855
14	441.4	441.4	441.4	44.14	0	19	26484
15	468.98333333333335	468.98333333333335	468.98333333333335	46.898333333333333	0	20	28139
16	486.16666666666667	486.16666666666667	486.16666666666667	48.616666666666667	0	21	29170
17	511.53333333333336	511.53333333333336	511.53333333333336	51.153333333333336	0	23	30692
18	556.66666666666666	556.66666666666666	556.66666666666666	55.866666666666664	0	25	33400
19	609.06666666666667	609.06666666666667	609.06666666666667	60.906666666666667	0	27	36544
20	644.21666666666667	644.21666666666667	644.21666666666667	64.421666666666667	0	29	38653
21	663.96666666666667	663.96666666666667	663.96666666666667	66.396666666666668	0	30	39838
22	750.88333333333333	750.88333333333333	750.88333333333333	75.088333333333334	0	31	45053
23	769.38333333333333	769.38333333333333	769.38333333333333	76.938333333333333	0	32	46163
24	789.76666666666667	789.76666666666667	789.76666666666667	78.976666666666666	0	33	47386

Старт

Стоп

Новое напряжение

Меню

Градуировка электромагнита

Файл    Помощь

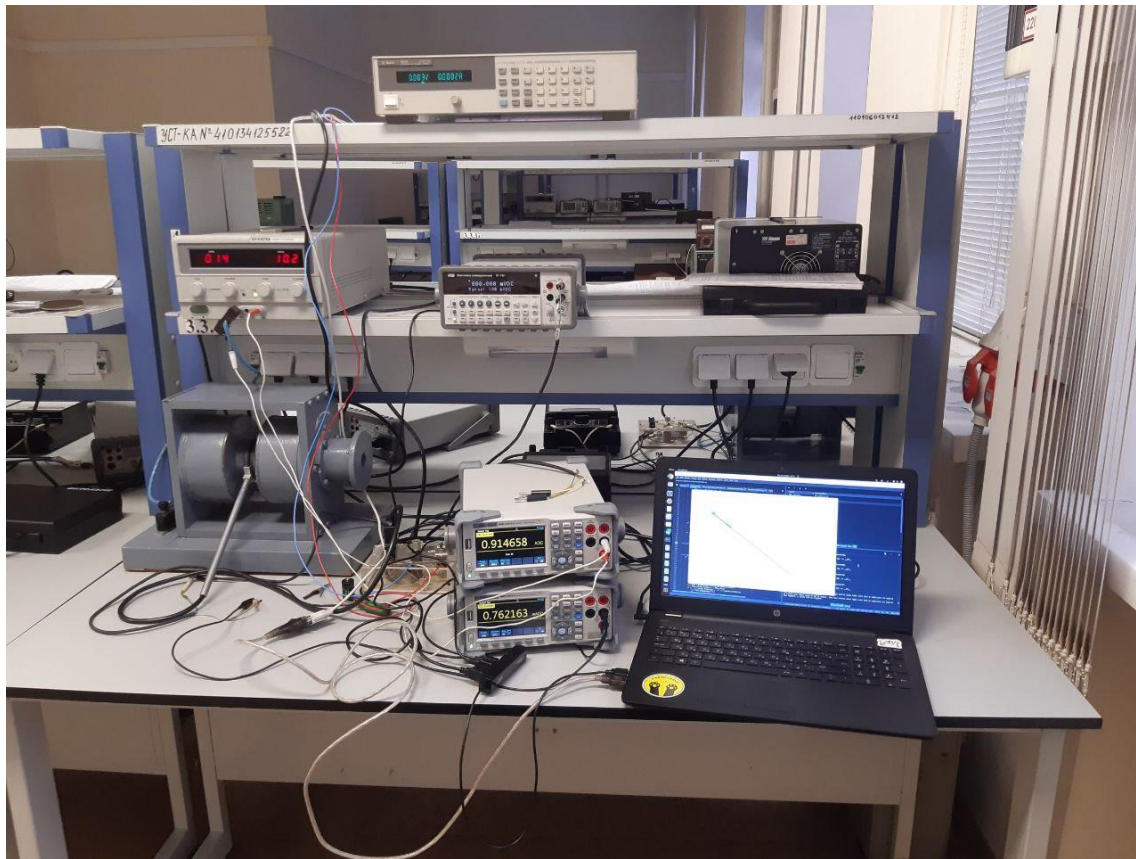
Старт	B,mTl	E,mV	I, mA	I <sub>rms</sub>
	2 2	43.18333333333333	21.591666666666665	2591
	3 4	54.06666666666667	27.033333333333335	3244
	4 5	64.7	32.35	3882
	5 6	75.96666666666667	37.98333333333334	4558
	6 7	85.83333333333333	42.916666666666664	5150
	7 8	96.31666666666666	48.15833333333333	5779
	8 2	107.6	53.8	6456
	9 3	119.13333333333334	59.56666666666667	7148
	10 5	132.63333333333333	66.31666666666666	7958
	11 7	148.61666666666667	74.30833333333334	8917
	12 8	166.11666666666667	83.05833333333334	9967
	13 5	176.33333333333334	88.16666666666667	10580
	14 6	185.81666666666666	92.90833333333333	11149
	15 7	193.21666666666667	96.60833333333333	11593
	16 8	202.28333333333333	101.14166666666667	12137
	17 3	212.7	106.35	12762
Меню	18 5	252.5	126.25	15150

Индукция B, мТл

## Окно программы при градуировке электромагнита



# Преимущества обновленного варианта

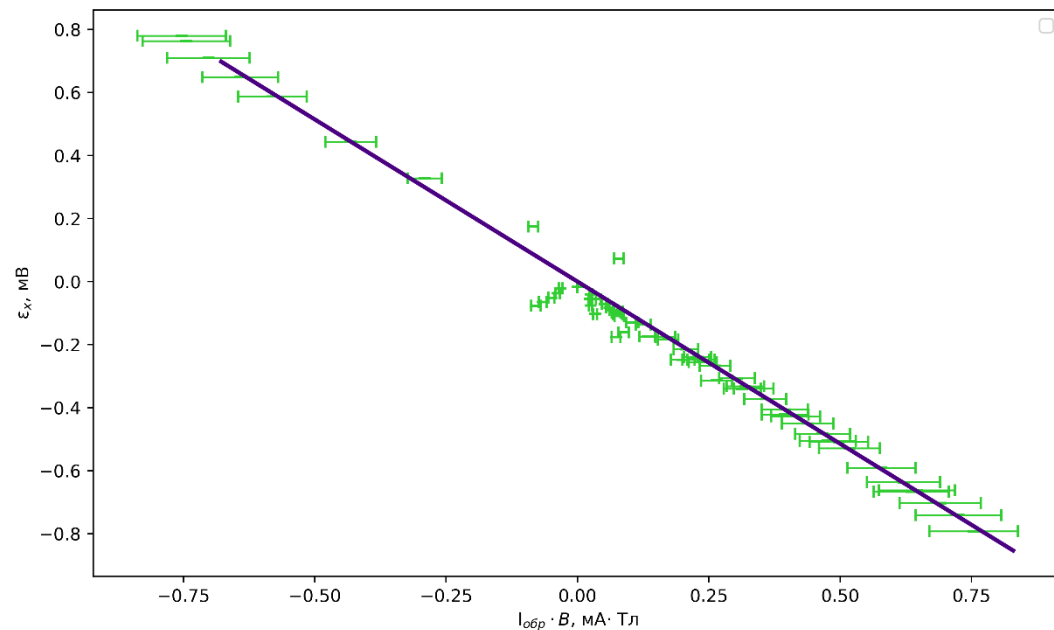


- Автоматическое получение данных снижает трудоемкость измерений и позволяет сделать большее их число
- Повышается точность постоянных образца из-за большего числа измерений
- Аналоговый амперметр заменен более точным цифровым
- Добавлен источник питания образца с возможностью регулировки тока
- Автоматический контроль чрезмерно больших токов через образец
- Возможность сделать выводы о работе сразу из-за компьютерной обработки результатов

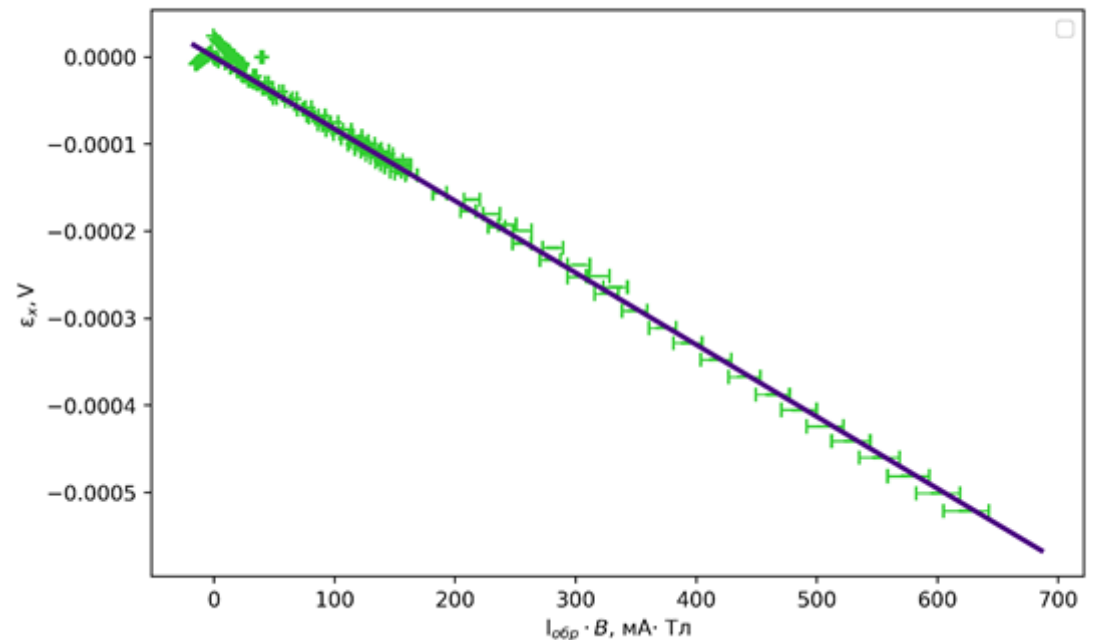


# Преимущества обновленного варианта

Данные, полученные с  
первоначальной установки



Данные, полученные с  
автоматизированной установки



Возросло количество точек в измерении ЭДС Холла, увеличилась их точность

# Дополнительный обновления

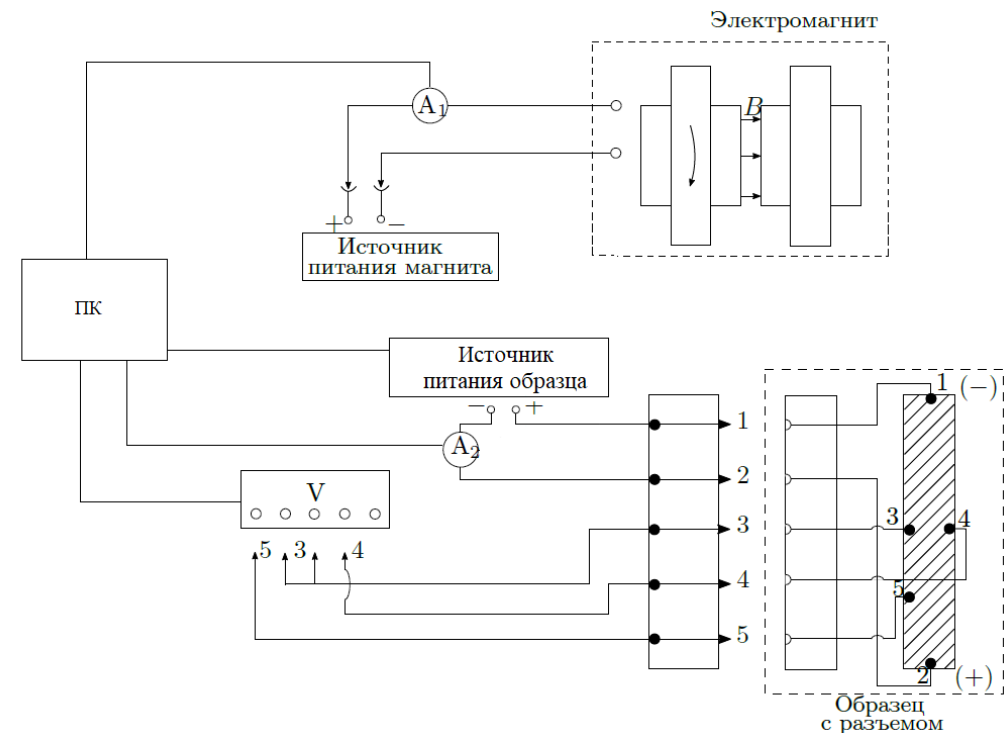
## Методическое пособие

9. Введите  $a$  в поле «Введите  $a$ », нажмите клавишу ENTER. Установите ручки регулировки источника питания электромагнита в минимальное положение, нажмите кнопку «Старт». Подождите, пока с приборов будет получено 15 значений.
10. Необходимо следить за ходом программы: получение данных может остановлено при слишком больших значения тока или после получения 15 точек.
11. Остановите процесс кнопкой «Стоп», измените ток на источнике питания электромагнита (на 8 – 12 В). Запустите получение данных кнопкой «Новое напряжение». Повторите для 10-12 значений тока на источнике питания электромагнита.

### III. Определение знака носителей.

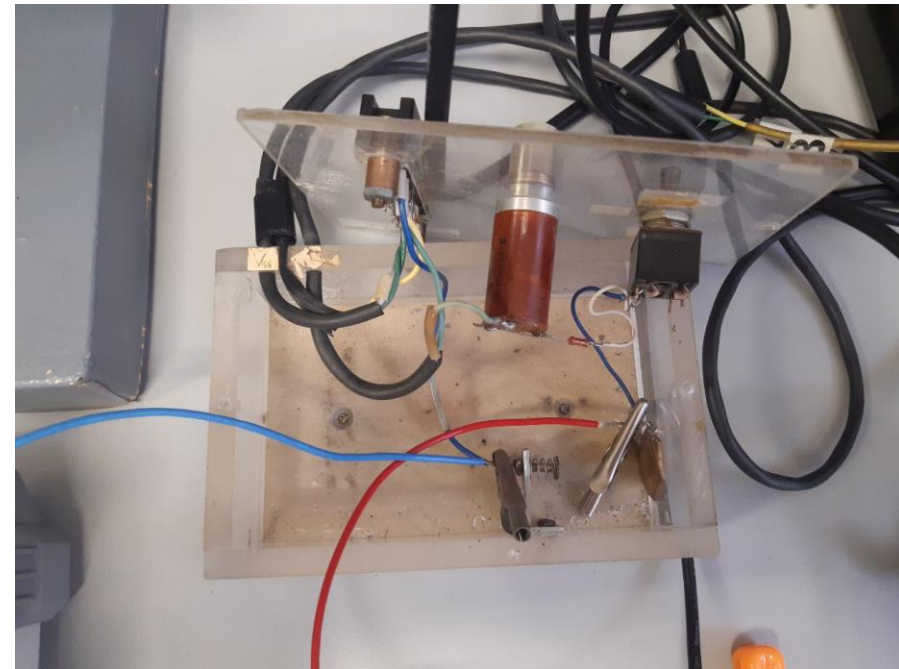
12. После окончания основного эксперимента выйдите в основное меню программы кнопкой «Меню». Перейдите к определению знаку носителей заряда кнопкой «Знак носителей».

## Новая схема установки



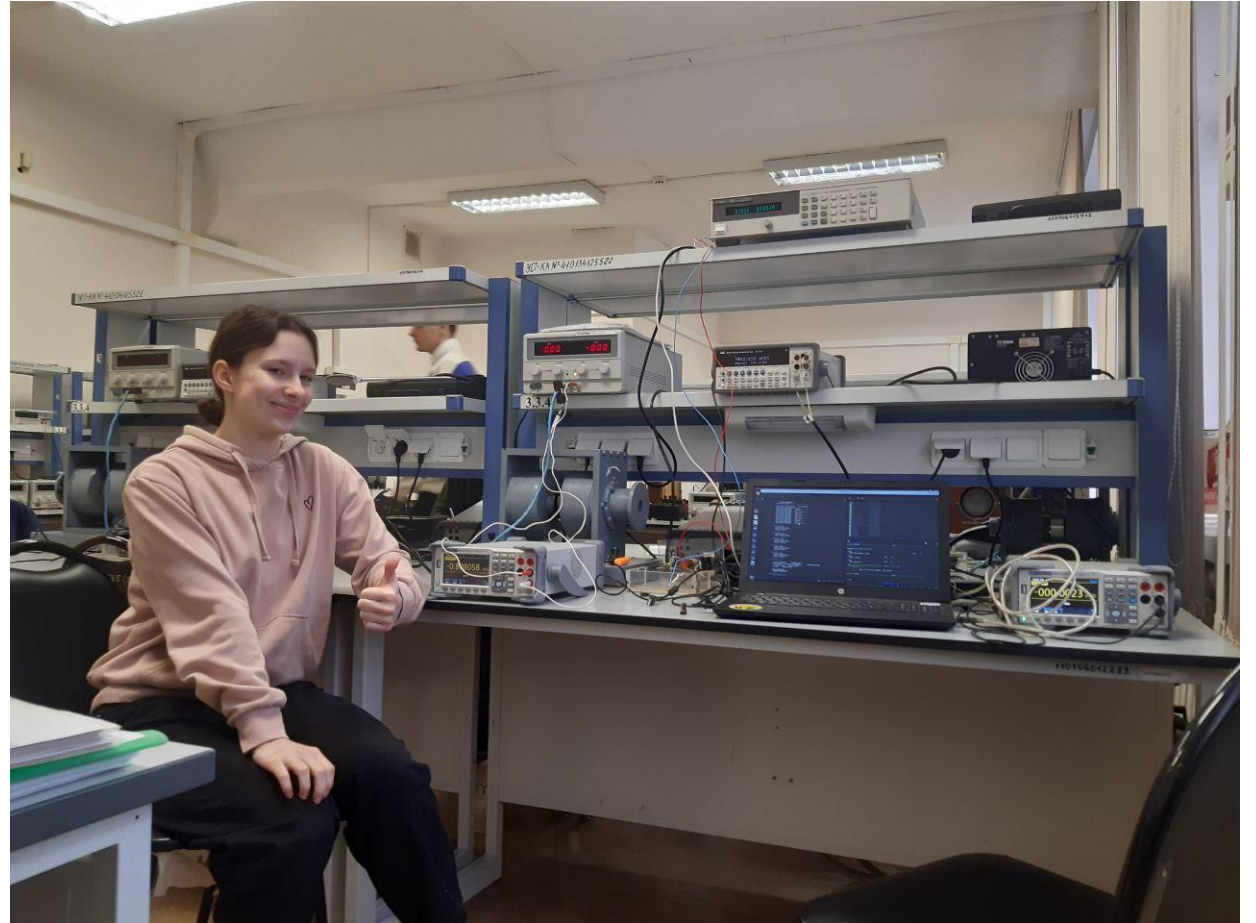
# Возможные улучшения

- Полная автоматизация
- Улучшить подключение



# Выводы

- Внедрение автоматизации в работу повысило удобство выполнения для студентов
- Получение данных напрямую с приборов увеличило скорость работы
- Автоматизация и замена аналоговых приборов сделали работу существенно точнее



Спасибо

