



ЭНЕРГИЯ ИННОВАЦИЙ
В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ

Гибридный лабораторный практикум с ИИ-тестом допуска

Туртурика Н.Н.

к.т.н. доцент, Приднестровского
государственного университета им. Т.Г.
Шевченко· Кафедра электроэнергетики
и электротехники

natalya_siti@mail.ru

Москва, 2026

О проекте

Цель

Создать гибридную образовательную систему: физический стенд МФТО + ИИ-тест допуска. Студент не может механически работать по инструкции не понимая физики — ИИ проверяет теорию до стенда, стенд закрепляет практикой.

Актуальность

Традиционно студент приходит к стенду без понимания теории и работает по шаблону. Пробел между знанием и умением. Тема конкурса МЭИ 2026 — ИИ-технологии и интеллектуальные репетиторы: наша технология отвечает на этот запрос напрямую.

Результаты внедрения

1. Осознанный допуск: ИИ-тест проверяет теорию до стенда
2. Реальное оборудование: МФТО, РТ-40, ТТ 200/1 — как на производстве
3. Пояснение ИИ после каждого ответа — обучение через ошибку
4. Авторская разработка кафедры: спроектирован преподавателями, смонтирован со студентами
5. Апробировано в учебном процессе ПГУ им. Т.Г. Шевченко

Схема поэтапной разработки ИИ-теста допуска

6 шагов · без навыков программирования · воспроизводимо любым преподавателем

1



Регистрация Claude API

console.anthropic.com
API Key → sk-ant-...
\$5 ≈ 2500 сессий

2



Системный промпт

Роль преподавателя РЗА
Формат: ВЕРНО / НЕВЕРНО
Пояснение 2–3 предл.

3



Банк вопросов

10 вопросов на ЛБ
7 теоретических
3 расчётных задачи

4



HTML-файл (интерфейс)

Вопрос → 4 варианта
Пояснение ИИ
Счётчик попыток

5



Настройка параметров

Порог: 7/10
Перемешивание вопросов
Время и попытки на экране

6



Публикация для студентов

GitHub Pages (бесплатно)
<https://login.github.io/...>
Ссылка в Telegram

ИИ-тест допуска: интерфейс и сценарий работы студента

⚡ Тест-допуск · Комплект защиты МФО

13.03.02 · Релейная защита и автоматика · ПГУ им. Т.Г. Шевченко
Конкурс МЭИ 2026 · «Энергия инноваций в инженерном образовании»

Вопрос 3 из 10

3 Что называется коэффициентом возврата реле тока РТ-40?
Выберите один правильный ответ

- ☐ А Отношение тока уставки к номинальному току
- ☒ Б Отношение тока возврата к номинальному току
- ☐ В Отношение первичного тока к вторичному току
- ☐ Г Отношение тока срабатывания к номинальному току

ВЕРНО ✓
 $K_v = I_v / I_{ср}$ — отношение тока возврата к среднему току срабатывания.
Для реле РТ-40 нормативный диапазон возврата 0,85–1,0.
Реле возвращается в исходное положение.

⚡ Тест-допуск · Комплект защиты МФО

Исследование межфазной токовой отсечки · ЛЭП 110 кВ · КЗ 9/2, РТ-40, ТТ 200/1

13.03.02 · Релейная защита и автоматика · ПГУ им. Т.Г. Шевченко

Вопрос 1 из 12

1

⚠ Практическое задание. На стенде

Первичный ток короткого замыкания
Коэффициент трансформации ТТ: 200/1

Определите вторичный ток в цепи
Введите ответ в амперах (целое число)

Введите ответ...

Провести

Инструкция: выберите один правильный ответ. Необходимо набрать **7 из 10 баллов**.

Разработано: Туртурика Н.Н., Киорсак М.В., Зайцев Д.А. · ПГУ им. Т.Г. Шевченко · 2026

⚡ Тест-допуск · Комплект защиты МФО

Исследование межфазной токовой отсечки · ЛЭП 110 кВ · КЗ 9/2, РТ-40, ТТ 200/1

13.03.02 · Релейная защита и автоматика · ПГУ им. Т.Г. Шевченко



Допуск не получен

3 / 10

Необходимо набрать минимум 7 из 10 баллов

Повторите разделы 1–5 методических указаний:
• Коэффициент возврата реле РТ-40
• Работа миллисекундного реле
• Повторное включение
Затем пройдите тест заново

Время завершения: 29.06.2026, 13:05:11

⚡ Пройти тест заново

Инструкция: выберите один правильный ответ. После каждого ответа необходимо набрать **7 из 10 баллов**.

Разработано: Туртурика Н.Н., Киорсак М.В., Зайцев Д.А. · ПГУ им. Т.Г. Шевченко · 2026

⚡ Тест-допуск · Комплект защиты МФО

Исследование межфазной токовой отсечки · ЛЭП 110 кВ · КЗ 9/2, РТ-40, ТТ 200/1

13.03.02 · Релейная защита и автоматика · ПГУ им. Т.Г. Шевченко



Допуск к лабораторной работе получен

9 / 10

Вы набрали достаточно баллов для допуска к стенду МФО

Предъявите этот экран преподавателю и приступайте к самостоятельной работе на стенде. Результат получен с 2-й попытки. Удачи в эксперименте!

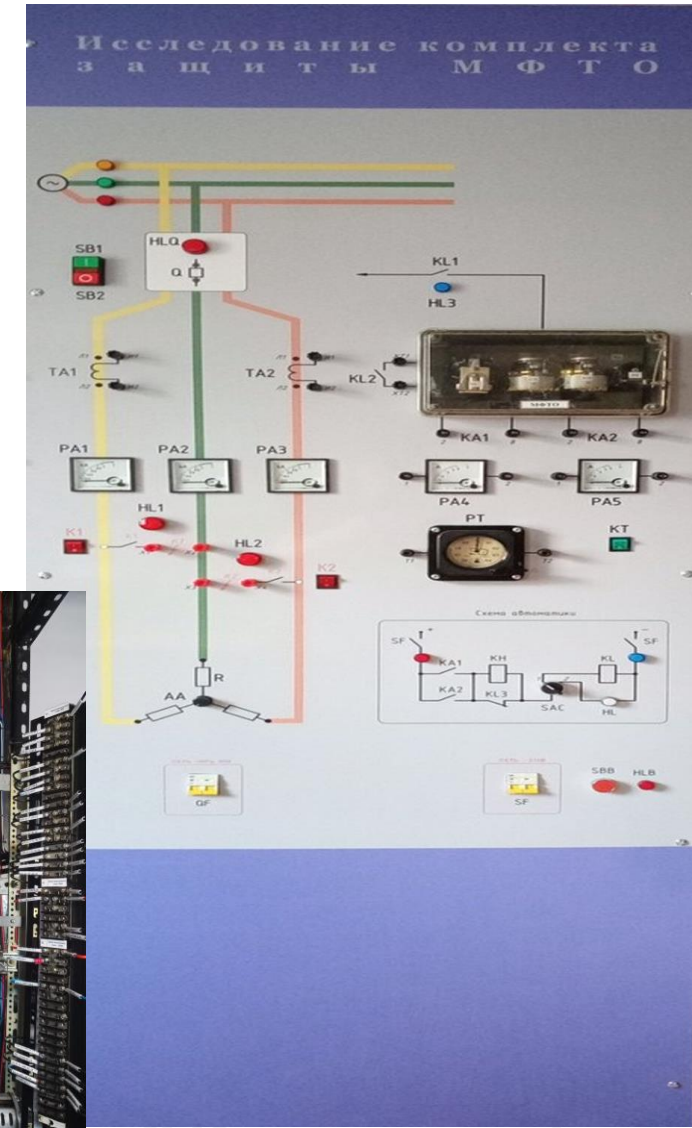
Время завершения: 29.06.2026, 13:07:28 | Попытка: 2

⚡ Пройти тест заново

Расширенное описание проекта

Стенд МФТО — авторская разработка кафедры Электроэнергетики и электротехники Приднестровского государственного университета им. Т.Г. Шевченко

- Не серийное оборудование — спроектирован с нуля под дисциплину «РЗА».
- Смонтирован преподавателями совместно со студентами (Чернявский В., Вишанов О.).
- **Состав стенда:**
 - Комплект КЗ 9/2, реле РТ-40/6 (KA1, KA2)
 - TA1/TA2 КТТ=200/1, схема неполной звезды (фазы А и С)
 - Защита от всех межфазных КЗ: АВ, ВС, СА
 - Миллисекундомер ПВ-53Ц — время срабатывания до 1 мс
 - Световая мнемосхема с 6 лампами индикации режимов
 - Силовая цепь ~36 В (безопасно), оперативные =220 В
- **Апробировано:** ПГУ им. Т.Г. Шевченко



Стенд МФТО

Аналитические данные

Студенты за работой на стенде и с ИИ-тестом



Как студент проходит ИИ-тест:

1. Открывает ссылку на смартфоне или ноутбуке
2. Отвечает на 10 вопросов с 4 вариантами
3. Получает пояснение ИИ после каждого ответа
4. При 7/10 — зелёный экран «Допуск получен»
5. Показывает экран преподавателю, идёт к стенду



• **Полученные эффекты от внедрения**

• **Для студентов:**

- Осознанный допуск к стенду — приходят с пониманием теории, а не работают вслепую по инструкции
 - Мгновенная обратная связь от ИИ после каждого ответа — учатся на ошибке сразу, не дожидаясь разбора
 - Работа с реальным промышленным оборудованием (КЗ 9/2, РТ-40) — формируются навыки, применимые на объектах энергетики
 - Световая мнемосхема делает абстрактные понятия наглядными: ток КЗ → лампа → отключение → миллисекундомер
 - Тест доступен 24/7 — студент готовится дома, в удобное время
- ### • **Для преподавателя:**
- Рутинный предварительный опрос автоматизирован — экономия 26 минут на каждом занятии (с 30 до 4 мин)
 - Контроль готовности объективен — ИИ не зависит от настроения, оценивает каждого одинаково
 - Блокировка ошибочного включения — студент работает самостоятельно без постоянного надзора

- Авторская разработка кафедры
- Не серийное оборудование — каждый элемент подчинён учебной задаче. Стенд спроектирован преподавателями и смонтирован со студентами кафедры.
- Реальное промышленное оборудование
- КЗ 9/2, РТ-40, ТТ 200/1 — то же, что применяется на подстанциях 110 кВ. Студент приобретает навыки, востребованные на производстве.
- Осознанный допуск через ИИ-тест
- Студент приходит к стенду подготовленным. Преподаватель освобождён от рутинного предварительного опроса.
- Обучение через ошибку
- Пояснение ИИ сразу после неверного ответа: не «неправильно», а «вот почему и как правильно».
- Культура соавторства
- Студенты создали стенд для студентов — преемственность и проектное обучение.

Методические рекомендации



Тест под каждую ЛБ

Отдельный банк для каждой работы. 7 теоретических + 3 расчётных задачи по данным стенда



Чередовать с устным допуском

ЛБ №1 — устный, ЛБ №2 — ИИ-тест... Сохраняет живой диалог и разгружает преподавателя



Проходить перед парой

В аудитории или за 20–30 мин до начала — исключает использование посторонней помощи



Анализировать счётчик попыток

Студенты с 3+ попытками — сигнал для дополнительной работы с теоретическим материалом



Обновлять банк вопросов

Добавлять задачи по фактическим измерениям студентов — тест остаётся актуальным

Выводы



ИИ-тест создаётся за 6 шагов без навыков программирования



Индивидуальный тест под каждую ЛБ с расчётными задачами по данным стенда



Чередование с устным допуском — оптимальная схема по результатам апробации



24/7 — достоинство и риск: рекомендуется проходить перед парой



Технология воспроизводима любым преподавателем без навыков программирования



ЭНЕРГИЯ ИННОВАЦИЙ
В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ

**Спасибо
за внимание!**