

25–27 августа

$$\sum_{i=0}^n C_n^i = 2^n$$



$$k = A \cdot e^{\frac{-E_a}{RT}}$$



$$\int x^n dx = \frac{x^{n+1}}{n+1} + C$$

$$\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S$$

# Всероссийский съезд учителей **физики**



ФЕДЕРАЛЬНАЯ  
ТЕРРИТОРИЯ  
«СИРИУС»



Сириус  
Образовательный центр



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. М.В. ЛОМОНОСОВА



НИАУ  
Мискри



НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР  
«КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»



При поддержке



МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ  
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

## Взаимодействие МИФИ со школьниками и школами в области проектной деятельности

**Рябов Павел Николаевич,**

к.ф.-м.н., доцент, заместитель директора  
института лазерных и плазменных технологий МИФИ,  
E-mail: [pnryabov@mephi.ru](mailto:pnryabov@mephi.ru)

# Содержание

1. Работа со школами и школьниками
2. Проектное обучение
3. Методические наработки МИФИ

# Немного статистики

Всероссийский съезд  
учителей физики

1. **Олимпиады** – более 80 тысяч участников
2. **Проектные олимпиады**, финалисты – более 600 чел. (ЮНИОР и НТО)
3. **Проектная работа** на базе МИФИ - более 500 проектов за 2024 г.
4. **Научно-образовательные туры** – более 7 тысяч школьников

# Немного статистики

Всероссийский съезд  
учителей физики

1. **Олимпиады** – более 80 тысяч участников
2. **Проектные олимпиады**, финалисты – более 600 чел. (ЮНИОР и НТО)
3. **Проектная работа** на базе МИФИ - более 500 проектов за 2024 г.
4. **Научно-образовательные туры** – более 7 тысяч школьников



1. **Ресурсоемкость:** кадровое и ресурсное обеспечение
2. **Нехватка времени:** тяжело найти время в программе + проекты требуют много времени на реализацию
3. **Мотивация:** сохранить увлеченность проектом

Всероссийский съезд  
учителей физики

отбор

## Летняя практика школьников

Двухнедельный проектный интенсив на база лабораторий университета.

- Плазменные технологии
- Лазерные технологии
- Математика
- Ядерные технологии
- Робототехника
- Комос и др.

**Длительность:** 1 месяц в  
2 смены по 2 недели

**Участники:** 500 человек

## Юниор

Конкурс проектных и исследовательских работ.

Выполняются на базе лабораторий.

**Участники:** 300 человек

## Олимпиада НТО

Проектно-ориентированная олимпиада.

- Квантовый инжиниринг
- Инф. Безопасность
- Ядерные технологии

## Сириус.Лето, Деп. г. Москвы

Реализация проектной работы со школьниками со всей РФ.

**Сириус.Лето:** 104 проекта

**Департамент Москвы:** 114 проектов

- Инженерия
- ИТ
- Робототехника
- Физические науки



**Problem based learning** – обучение через выполнение практического проекта или обучение через деятельность<sup>1</sup>

- Позволяет формировать разнотипные компетенции
- Дает представление о профессии (на младших курсах)
- Позволяет использовать разные форматы обучения
- Формирует сообщество

<sup>1</sup> Woei Hung. Theory to reality: a few issues in implementing problem-based learning. 2011

# Кейс 1: Школа по квантам

Первая школа по квантовым технологиям для учителей совместно с «СП Квант»

Всероссийский съезд  
учителей физики

Проектная школа по Квантовым технологиям:  
«Преподавание основ квантовых вычислений в школе»



**Идея:** провести проектную школу для учителей на базе существующей олимпиады

1. Проектные задания
2. Лекции по квантовым технологиям
3. Экскурсии и мастерклассы
4. Методическое обсуждение

# Кейс 2: Экскурсии

Всероссийский съезд  
учителей физики

**Контекст:** иммерсивные экскурсии, включающие погружение в обстановку научной лаборатории и содержащие интерактивные элементы

**Задача:** Вовлечение школьников в проектные работы в лабораториях МИФИ

Особенности:

- Интерактивно
- Наглядно
- Позволяет привлекать в проекты

По следующим направлениям:

- Квантовый мир
- Плазменные технологии
- Лазерные технологии
- Аддитивные технологии



# Кейс 3: Обучение на кейсах

Всероссийский съезд  
учителей физики

**Легенда:** вы сотрудник лаборатории, где потребовался прибор для исследований

**Контекст:** научить школьников готовить ТЗ на разработку физического устройства с учетом экономики процесса.

**Задача:** Подготовить техническое задание на разработку **дефлектора**.

Особенности:

- Интерактивно
- Командная задача
- Многоуровневость

Скилл-сет:

- Работа с текстом
- Профессиональные навыки
- Экономика

## МЕТОД ИМПУЛЬСНОГО ЛАЗЕРНОГО ОСАЖДЕНИЯ (ИЛО)

Импульсное лазерное осаждение (*pulsed laser deposition*) — получение пленок и покрытий путём конденсации на поверхности подложки продуктов взаимодействия в вакууме импульсного лазерного излучения с материалом мишени (при абляции)

Принципиальная схема установки импульсного лазерного осаждения заключается в следующем: лазерное излучение генерируется твердотельным импульсным лазером Nd:YAG компании "SOLAR LASER SYSTEMS", модель LQ 529B. Данная модель лазера оснащена четырьмя гармониками: первая - 1064 нм; вторая - 532 нм, третья - 355 нм, четвертая - 266 нм. Лазер LQ529B имеет следующие характеристики:

Длительность импульса, нс	от 10 до 13
Энергия импульса излучения, мДж, не менее	350
Частота повторения импульсов излучения, Гц	от 1 до 20
Диаметр пучка, мм	~ 0,6
Угол расходимости, мрад, не более	1,5

Лазерное излучение проходит через зеркало – стекло, которое 93 + 95 % излучения пропускает, а оставшиеся 7 + 5 % отражает. Отраженная часть излучения попадает на измеритель мощности лазерного излучения. Основная часть излучения после прохождения через зеркало попадает на двухосный **дефлектор (сканатор)**. Данное устройство представляет собой две взаимно перпендикулярные призмы или два взаимно перпендикулярных зеркала, с помощью которых осуществляется дефлексия (отклонение) лазерного луча. Зеркала, отклоняя лазерное излучение в плоскости мишени, создавая двумерную область, позволяют направить излучение в любую точку на плоскости. Данное поле называется "полем маркировки". Перемещение зеркал осуществляется с помощью двух двигателей, которыми управляет контроллер через заданную компьютером программу. После дефлексии лазерный луч фокусируется, пройдя через двояковыпуклую линзу и попадает в вакуумную камеру. В камере излучение, попадая на мишень, осуществляет процесс абляции, в результате чего образуется лазерно – иницированный поток. Поток образованной плазмы летит по нормали к мишени в сторону подложки, осаждаясь на ней.

## Техническое задание Дефлектор

### ЗАДАНИЕ

1. Провести расчет себестоимости создания дефлектора. Определить рентабельность создания дефлектора, беря во внимание аналоги, доступные на рынке.
2. Составить техническое задание для создания дефлектора, включающее: принципиальную схему конструкции принцип управления архитектуру/интерфейс и функционал программы управления.
2. Предоставить необходимую документацию, на базе которой будет осуществляться проектирование дефлектора.

При составлении технического задания необходимо учесть следующие факторы:

1. Методом ИЛО будет осуществляться одновременная абляция 3 мишеней. Количество импульсов, приходящее на мишени: Mo:Se:Au должно соответствовать соотношению- 25:25:50 соответственно. Диаметр мишеней находится в диапазоне от 0.5 до 2 см. Принципиальная схема расположения мишеней представлена ниже.
2. Расстояние от дефлектора до мишени составляет 98 см.



Расположение мишеней

# Кейс 3: Обучение на кейсах

Всероссийский съезд  
учителей физики

Решение задачи делится на несколько этапов:

## Этап 1:

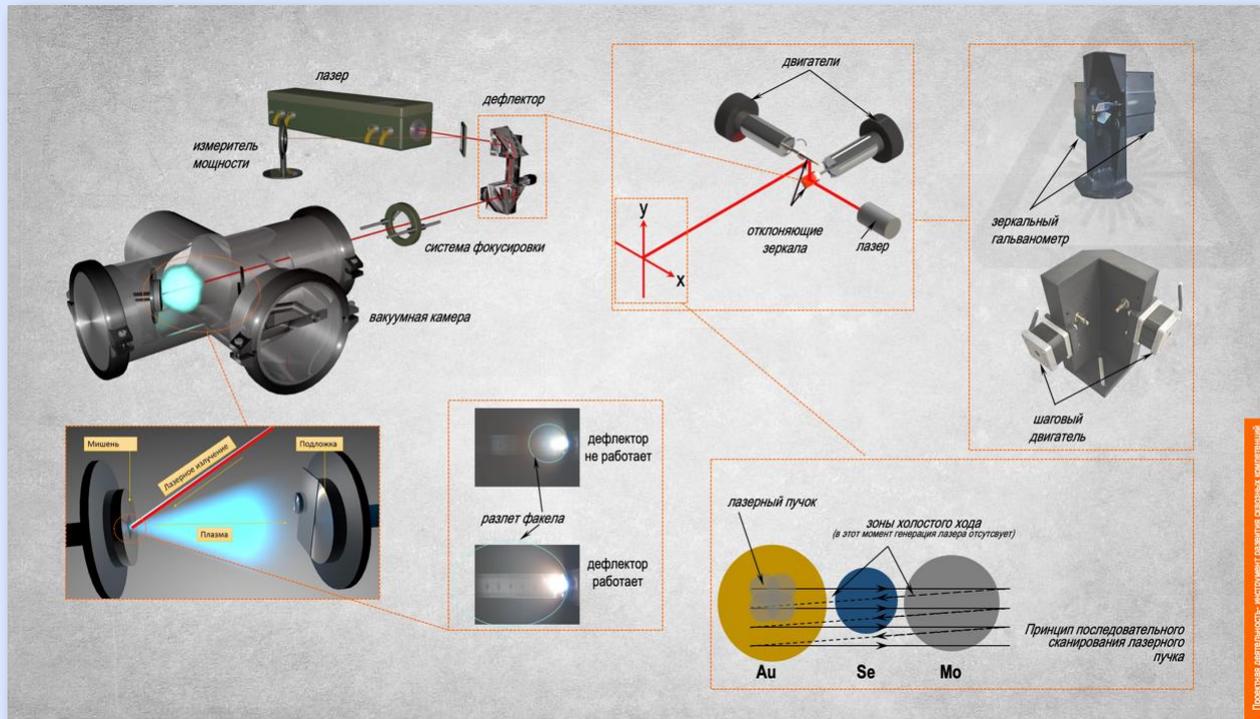
Разобраться в устройстве физического прибора

## Этап 2:

Выбрать принципиальную схему установки

## Этап 3:

Подготовить техническое задание на разработку физического прибора с учетом экономической составляющей



# Кейс 3: Обучение на кейсах

Всероссийский съезд  
учителей физики

Задача в рамках Этапа 3:

Оценить экономическую целесообразность покупки под ключ / самостоятельной сборки дефлектора с учетом реальных **Коммерческих Предложений**.

## Начальные данные:

Ссылки на комплектующие в магазинах, стоимость работ по созданию ПО и КП.

**Разработка конструкции**

**Выбор двигателя:**

- 1. Зеркальный гальванометр
- 2. Шаговый двигатель

**Выбор зеркал/ призм:**

- 1. Доступные предложения
- 2. Самостоятельное производство (необходимо наличие: установки магнетронного осаждения; кварцевой пластины; мишени Ag)

**Выбор материала конструкции:**

- 1. Пластик (необходимо наличие: 3D принтера)
- 2. Металл (необходимы токарные и фрезерные работы)

**Выбор системы управления**

**Комплектующие:**

- 1. Nano Arduino
- 2. Raspberry Pi

**Создание программы управления**

**Варианты реализации:**

- 1. Самостоятельно (необходимы навыки работы в специализированных приложениях)
- 2. Внешний заказ

**РАСЧЕТ СЕБЕСТОИМОСТИ**

$$C = M + A + 3П,$$

где C - себестоимость;  
M - материальные затраты;  
A - амортизация;  
3П - заработная плата.

**ПРИМЕРЫ КОМЕРЧЕСКИХ ПРЕДЛОЖЕНИЙ НА ДЕФЛЕКТОР**

Проектная деятельность - инструмент развития навыков сотрудничества

# Кейс 4: Новые курсы

Всероссийский съезд  
учителей физики

**Задача:** Научить слушателей проводить самостоятельные научные исследования в научной группе. Обучение **научному протоколу**.

## Переосмысление классического курса «Общая физика»

**Образовательный гринфилд** – инновационные образовательные проекты, драйверы трансформации университетов.

**Гипотеза** - для обучения «профессиям будущего» такой формат кажется наиболее удачным.

### Основная идея:

в рамках текущего раздела курса «Общая физика» выбрать явление (из предложенных) и провести его комплексное исследование, в которое входит:

- создание математической модели
- разработка установки и проведение эксперимента
- Моделирование и сравнением с экспериментом.

### Примерные темы:

- Плоский сосуд с водой на диске (Механика);
- Маятник с обратной связью (Механика);
- Кинематики двумерного движения (Механика)

### Классический курс

Лекции

Практика

Лабораторные работы

### Новый курс

Лекции

Практика

Лабораторные работы

Иннов.  
практику



# Кейс 4: Новые курсы

Всероссийский съезд  
учителей физики

**Задача:** Научить слушателей проводить самостоятельные научные исследования в научной группе. Обучение **научному протоколу**.

## Переосмысление классического курса «Общая физика»

**Образовательный гринфилд** – инновационные образовательные проекты, драйверы трансформации университетов.

**Гипотеза** - для обучения «профессиям будущего» такой формат кажется наиболее удачным.

### Основная идея:

в рамках текущего раздела курса «Общая физика» выбрать явление (из предложенных) и провести его комплексное исследование, в которое входит:

- создание математической модели
- разработка установки и проведение эксперимента
- Моделирование и сравнением с экспериментом.

### Примерные темы:

- Плоский сосуд с водой на диске (Механика);
- Маятник с обратной связью (Механика);
- Кинематики двумерного движения (Механика)

### Классический курс

Лекции

Практика

Лабораторные работы

### Новый курс

Лекции

Практика

Лабораторные работы

Иннов.  
практику



# Кейс 4: Новые курсы

Всероссийский съезд  
учителей физики

**Задача:** Научить слушателей проводить самостоятельные научные исследования в научной группе. Обучение научному протоколу.

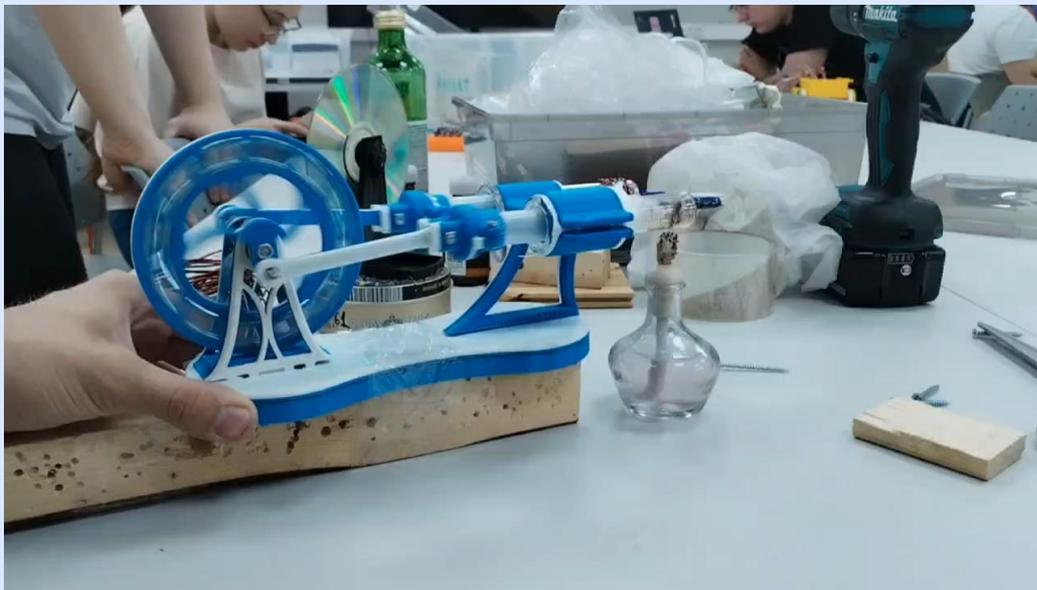
**Основная идея:** в

рамках текущего раздела курса «Общая физика» выбрать явление (из предложенных) и провести его комплексное исследование, в которое входит:

- создание математической модели
- разработка установки и проведение эксперимента
- Моделирование и сравнением с экспериментом.

**Примерные темы:**

- Плоский сосуд с водой на диске (Механика);
- Маятник с обратной связью (Механика);
- Кинематики двумерного движения (Механика)



# Кейс 5: Физика и ИТ

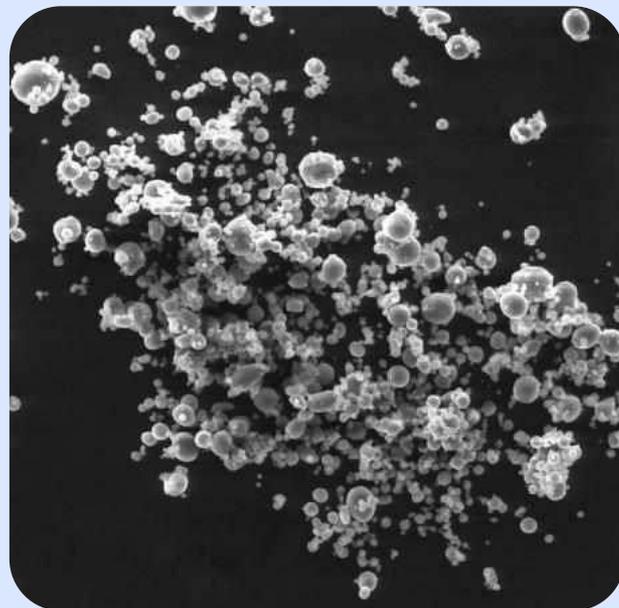
Всероссийский съезд  
учителей физики

## Идея: Провести Научный «хакатон»

Решаем задачу из физики с использованием современных ИТ технологий за 2-3 дня.

### Пример задачи

**Задача:** Для диагностики плазменных ловушек типа Токамак используется пылесос для вольфрамовой. Пылесос подводится в камеру ловушки и собирает там пыль. Далее пыль из отсека пылесоса извлекается и проводится диагностика полученных образцов. При диагностике изучается структура пыли, распределение размеров пылинок и т.п. **Данные – фотографии.**



#### Математика:

- Статистика

#### Физика:

- электростатика

#### Информатика:

- ML

- Программирование

Спасибо за внимание!