

Интерактивные веб-приложения для поддержки технологий STEM в инженерном образовании

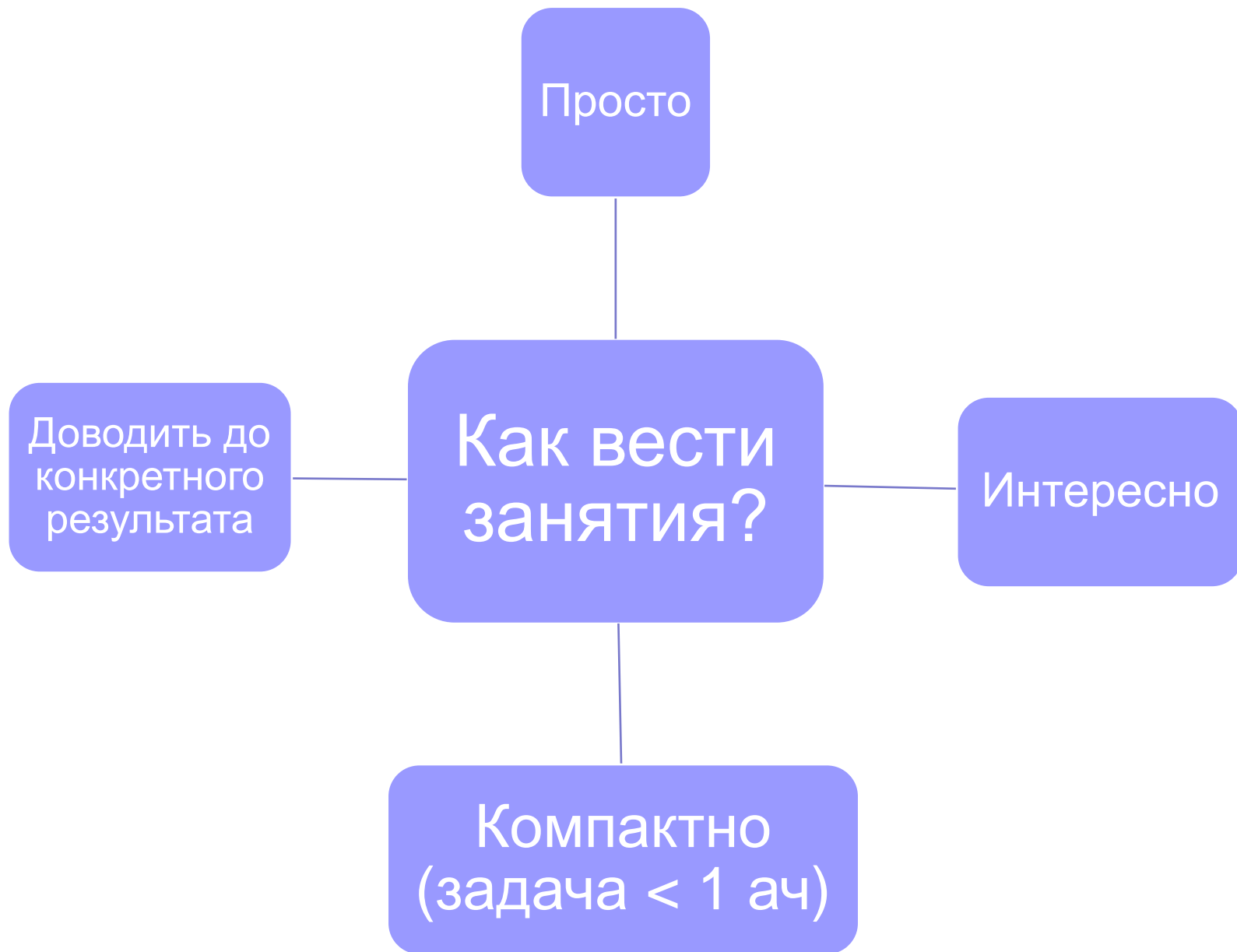
Очков Валерий Федорович,
проф., кафедра ТОТ,
Тихонов Антон Иванович,
проф. кафедра ФТЭМК,
НИУ «МЭИ», Москва

Других студентов у нас нет!

Постановка задачи

- Предметная область: "Научно-технические и инженерные расчеты"
- Изменился уровень подготовка студентов
- Труднее стало удерживать внимание аудитории
- Отсутствие понимания того, что раньше не надо было объяснять. **Примеры:**

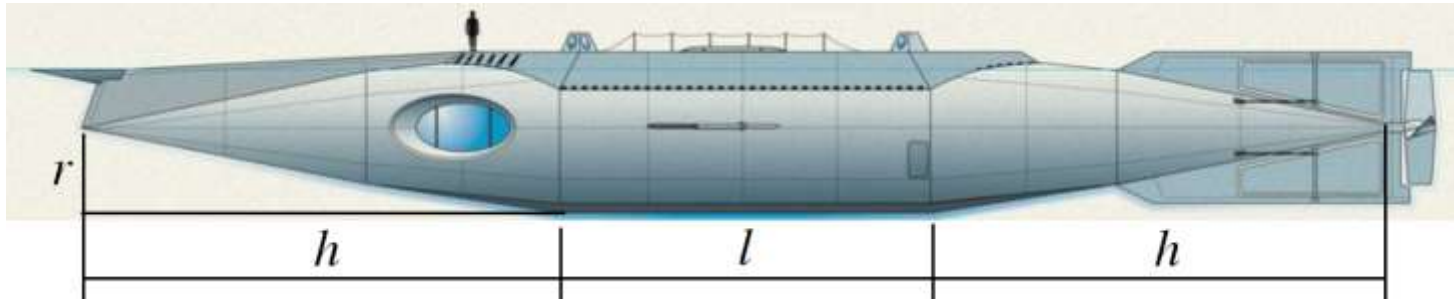
- Задача-подзадача
- Декомпозиция-синтез
- Согласование с исходными данными
- Поиск ошибок. антитезис к "Так получилось"
- "Туз в рукаве". Как ведет себя решение в известных случаях
- Зачем и как проводить вычислительный эксперимент
- Как интерпретировать результаты
- Как представлять результаты, например, как искать информацию, оформить список литературы, написать статью



STEM и STEAM

- **Science** – наука
- **Technology** – технологии
- **Engineering** – инженерное дело
- **Art** – искусство
- **Mathematics** – математика
- **MINT** – **M**athematik, **I**nformatik, **N**aturwissenschaft, **T**echnik
- **МИТ** – **М**атематика, **И**нформатика, **Т**ехника

Подходы. Пример



$$V = \frac{1}{3} \pi \cdot r^2 \cdot h + \pi \cdot r^2 \cdot l + \frac{1}{3} \pi \cdot r^2 \cdot h$$
$$S = \pi \cdot r \cdot \sqrt{r^2 + h^2} + 2 \pi \cdot r \cdot l + \pi \cdot r \cdot \sqrt{r^2 + h^2}$$

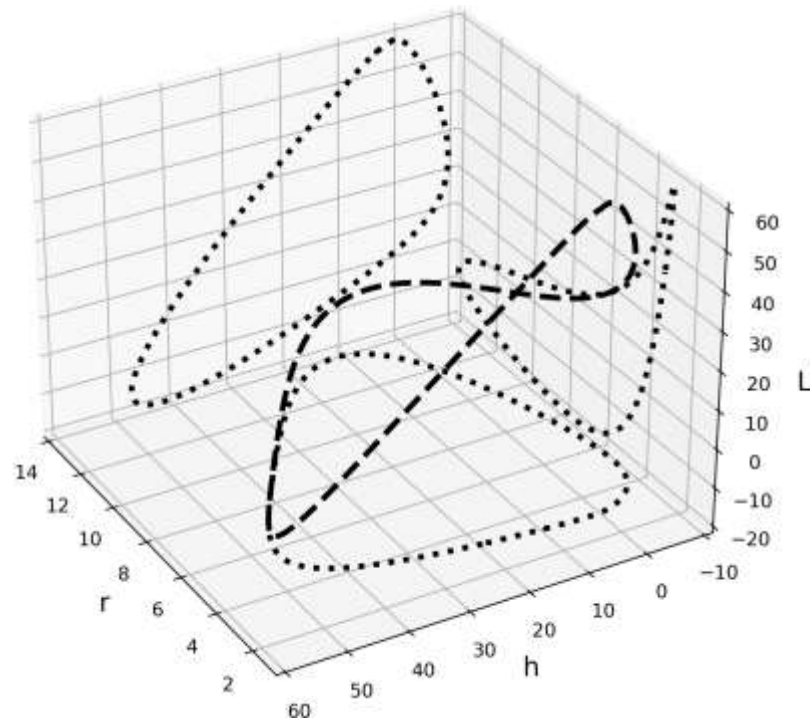
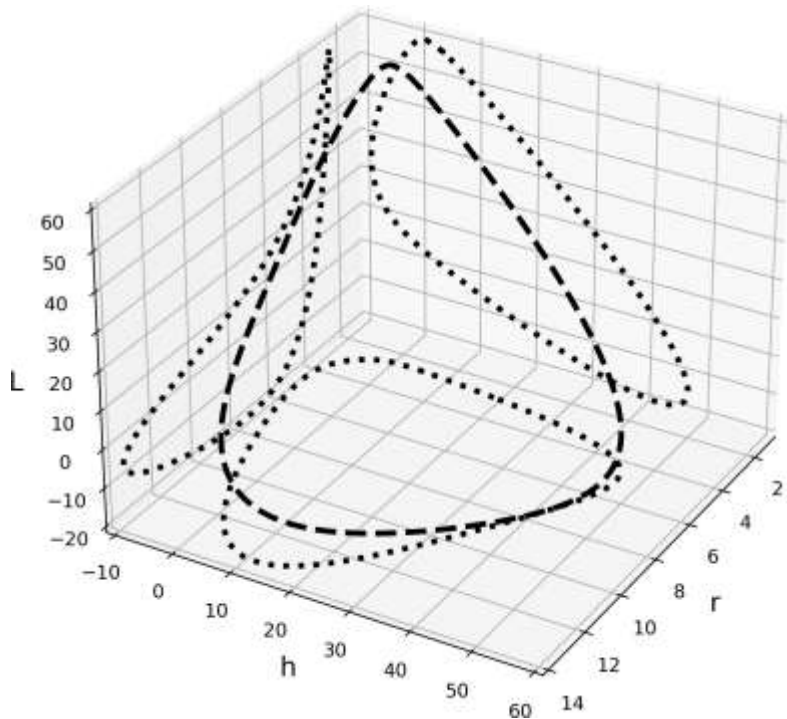
Заданы: V – объем, S – площадь поверхности

Требуется определить: l , h , r

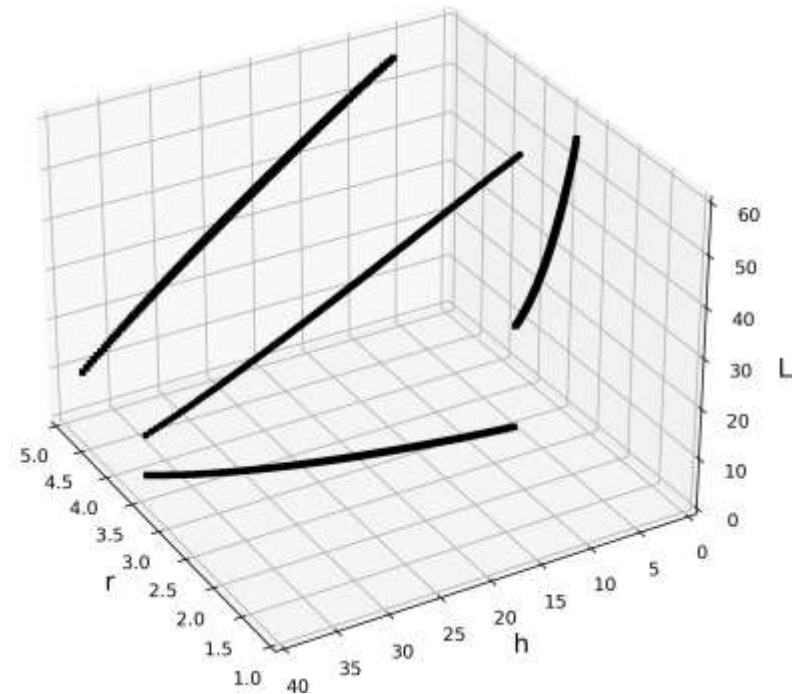
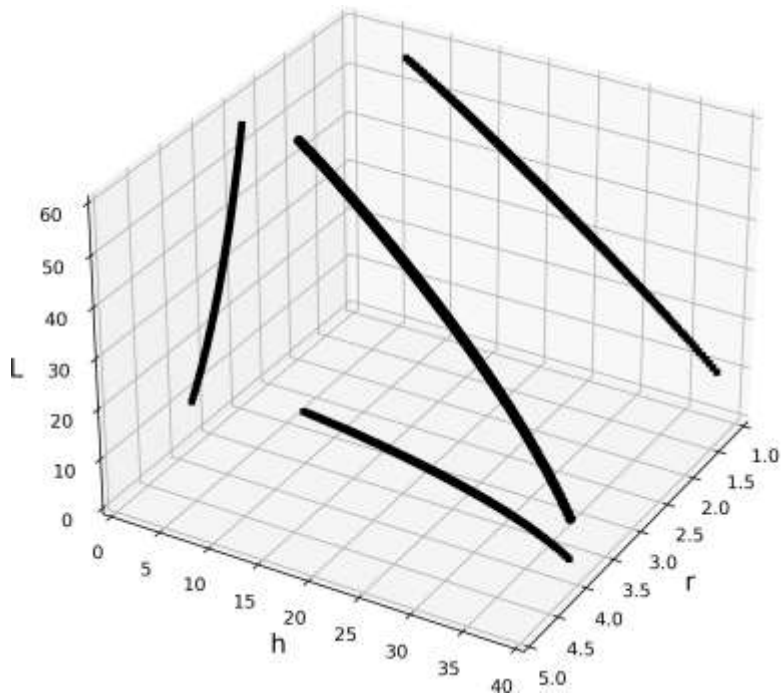
Подходы. Решаемые задачи

- Множественность решений
- Символьные методы решения систем уравнений
- Численные методы решения систем уравнений. Выбор начального приближения
- Физическая реализуемость
- Визуализация
- Множественность сценариев проведение занятий

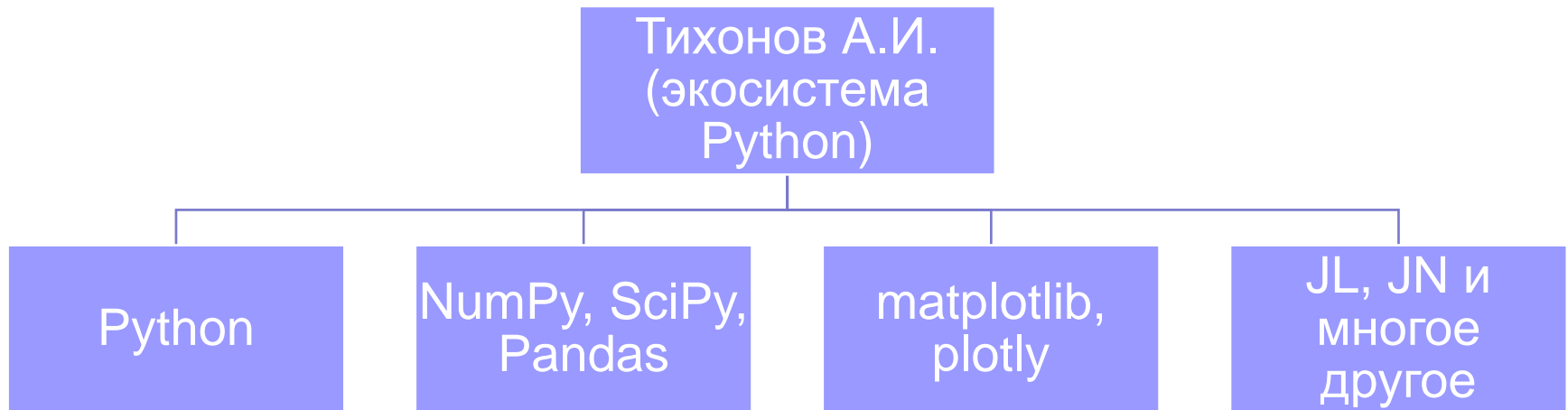
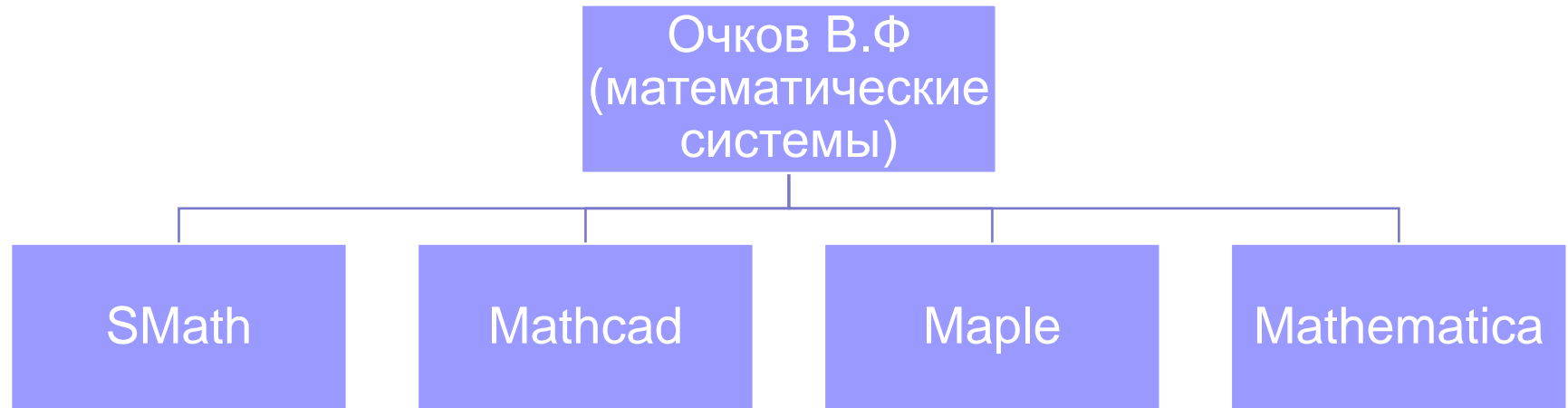
Подходы. Визуализация



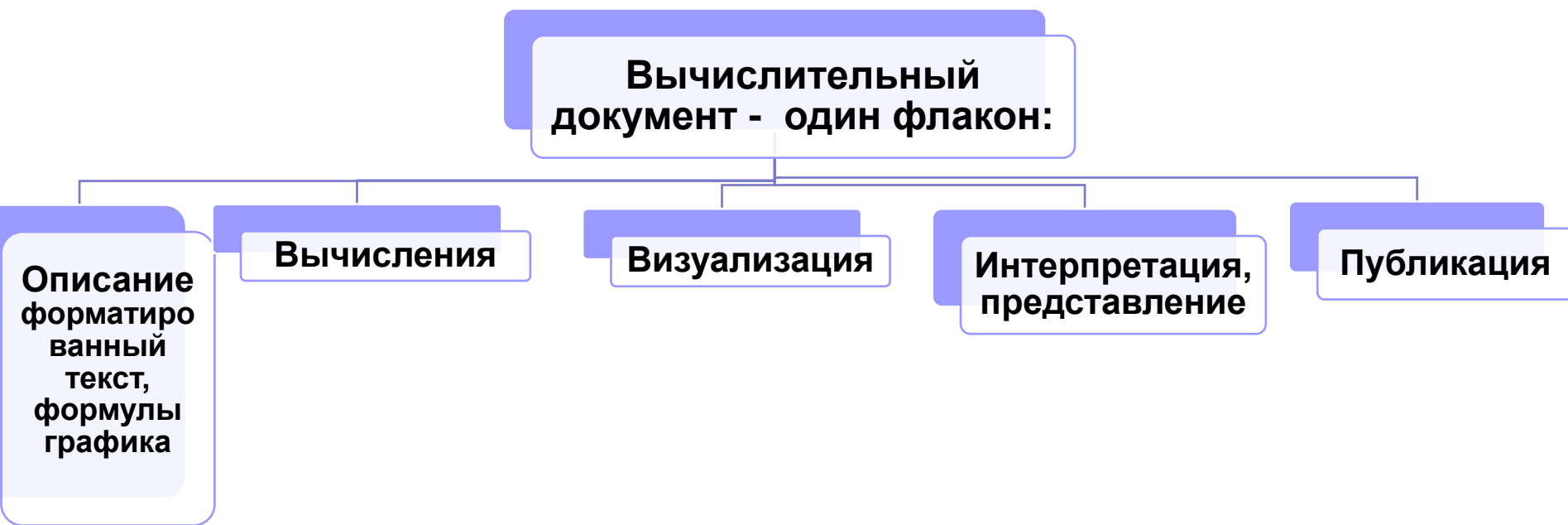
Подходы. Физическая реализуемость



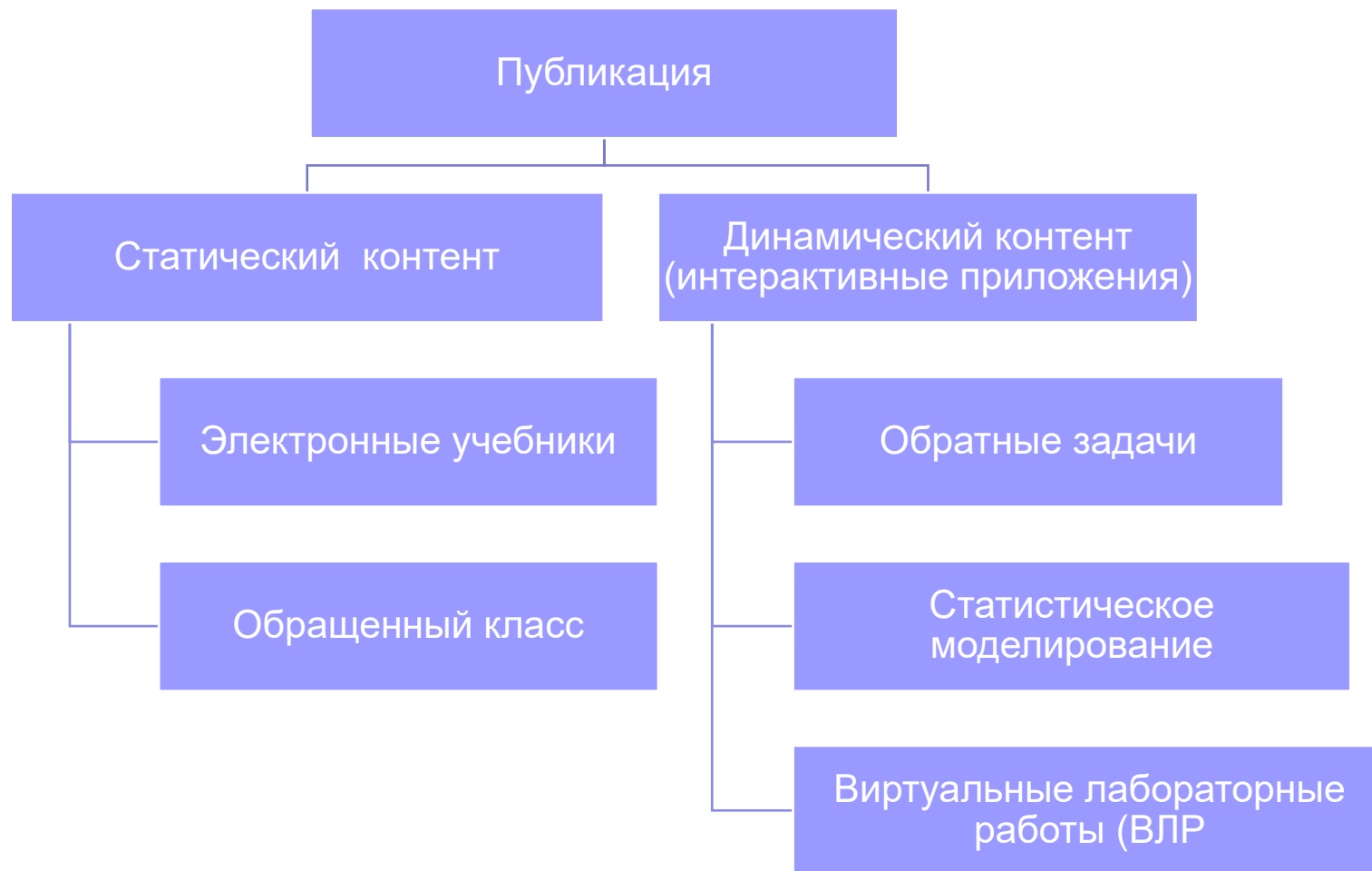
Инструменты (1)



Инструменты (2)



Инструменты (3)



Статический контент. Электронные учебники

Узоры, фракталы, аттракторы на Python

МЭИ

Узоры, фракталы, аттракторы

- Галерея
- Предисловие
- Узоры
 - Точки и кривые на комплексной плоскости
 - Приложение для рисования узоров
 - Спирограф
 - Обобщение спирографа
 - Симметрия узоров
 - Генерация галерей узоров
 - Семейства узоров
 - Усложняем узоры
 - Вопросы и задачи
 - Использованные источники
 - Исходные тексты приложений
- Фракталы
- Странные аттракторы

Обобщение спирографа. «Волшебные» кривые»

1 из 3

Автоматически

Обобщения спирографа. «Волшебные» кривые»

Формула (2) позволяет нарисовать бесконечное множество кривых, в том числе представленные на Рис. 22–24 [2]. Одни из них кажутся привлекательными, другие нет. На наш взгляд, привлекательные кривые должны обладать симметрией, т.е совмещаться сами с собой при повороте на определенный угол.

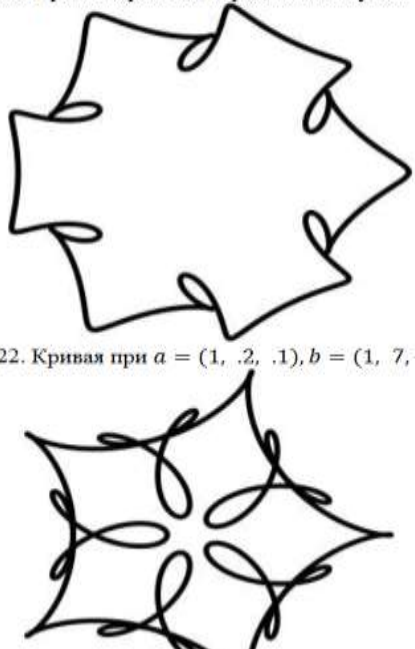


Рис. 22. Кривая при $a = (1, .2, .1), b = (1, 7, -14)$

Динамический контент. Зачем?

- Галерея проектов
- Статистическое моделирование
 - Выход годных
 - Анализ чувствительности технологического процесса
 - Стохастическая оптимизация (иногда)
- Решение обратных задач
 - Игровой подход
 - Активизация знаний. Невозможно решить обратную задачу методом «грубой силы» при трех и более параметрах
 - Проектная деятельность
- Виртуальные лабораторные работы (ВЛР)

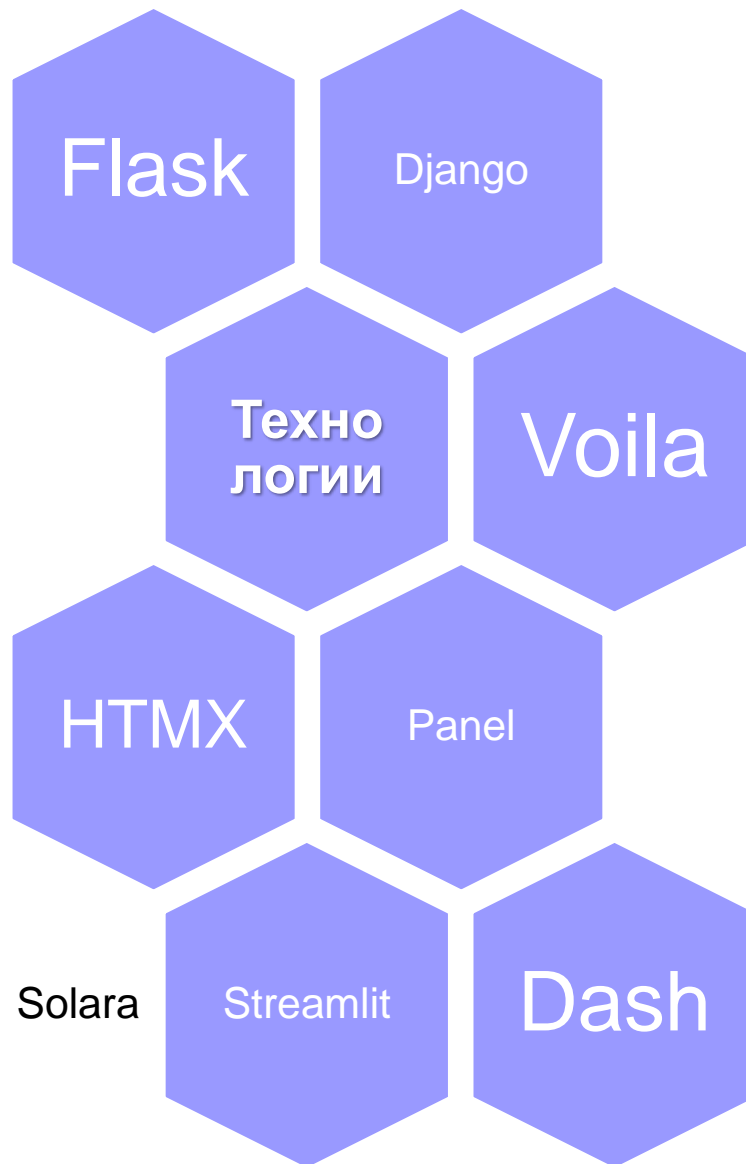
Трудоемкость STEAM

- Трудоемкость при планировании занятий и контента – наша работа
- Для всего остального снижаем трудоемкость:
 - Переносимое окружение (Windows/Linux)
 - Инструменты автоматизации, например, статический генератор электронных учебников
 - Привлечение студентов (не всегда продуктивно)

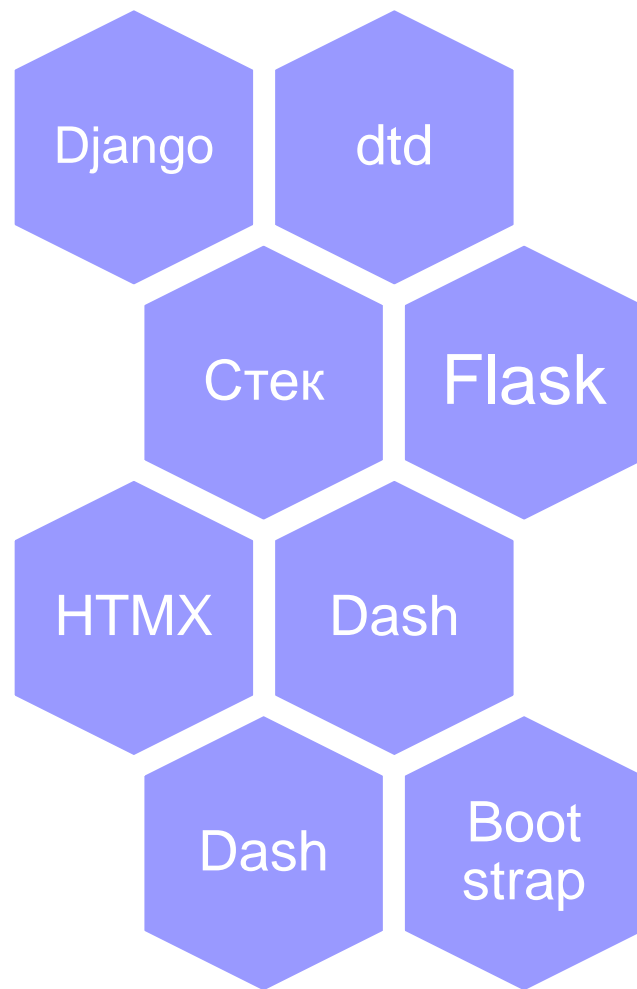
Динамический контент

- Волшебная книжка Г.Х. Андерсена
- Максимальное использование существующих открытых проектов и библиотек
- Независимость от провайдера (HTTP only)
- Простота сопровождения

Опробованные подходы



Выбранный стек технологий



Результаты (1)

Самоподобие фрактальных множеств Жулиа

Вариант множества: 12 × ▾

Палитра matplotlib: Spectral × ▾

Число цветов в палитре: 20 × ▾

Число разбиений: 500 × ▾

Размер рисунка: 6 × ▾

константа c: $-0.12375 + 0.56508j$

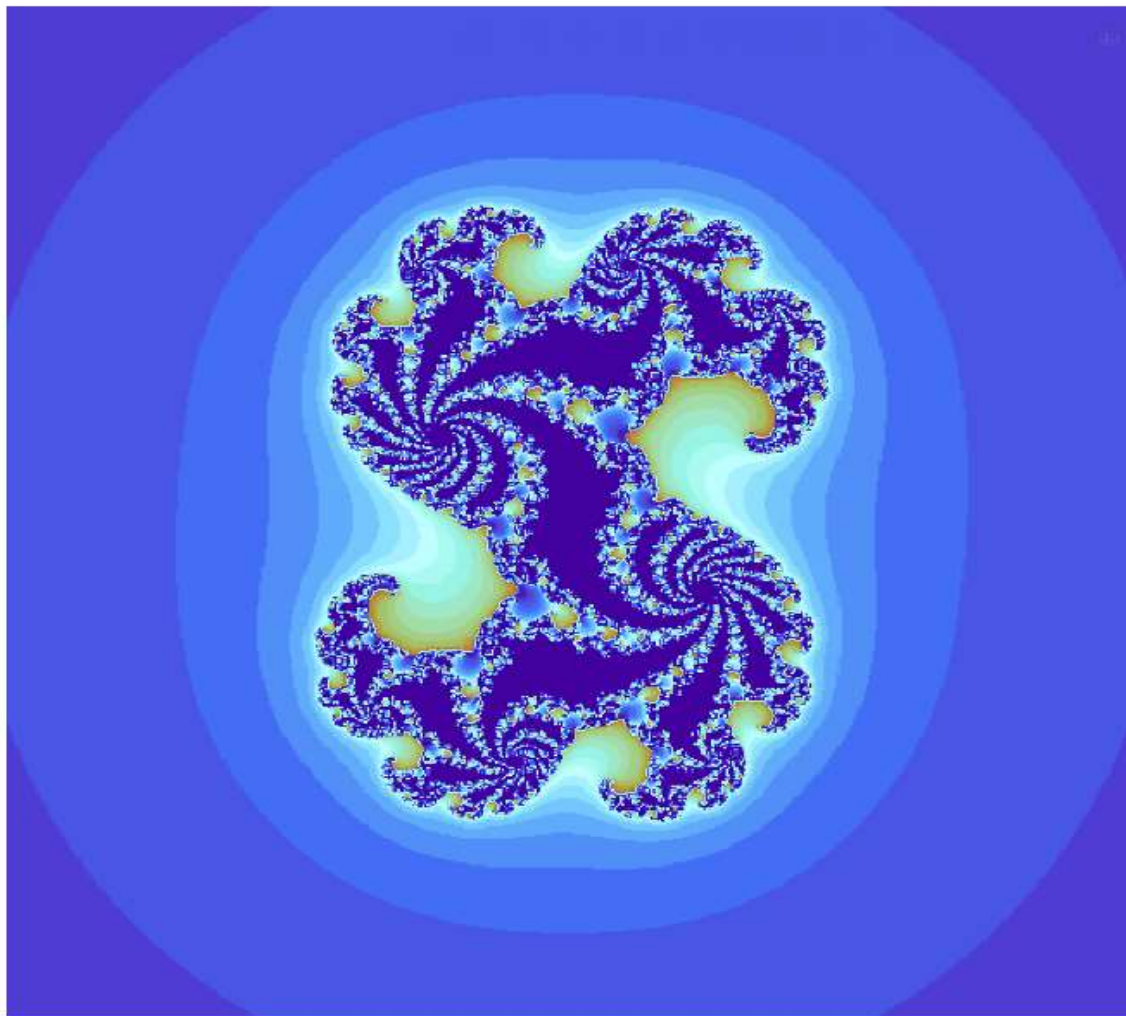
x0: -1,8 ⇅

y0: -1,8 ⇅

x1: 1,8 ⇅

y1: 1,8 ⇅

Время счета, с: 0,867374 ⇅



Результаты (2)

Моделирование кабельных линий при приложении синусоидального напряжения

Параметры линии

R, Ом/м:

L, Гн/м:

C, Ф/м:

G, См/м:

f, Гц:

l, м:

Внешние воздействия на линию

E, В:

Zн, Ом:

Характеристический импеданс, импеданс нагрузки

Z0, Ом:

Y:

λ, м:

Параметры визуализации

n:

Независимая переменная:

Минимальное значение:

Максимальное значение:

Зависимая переменная:

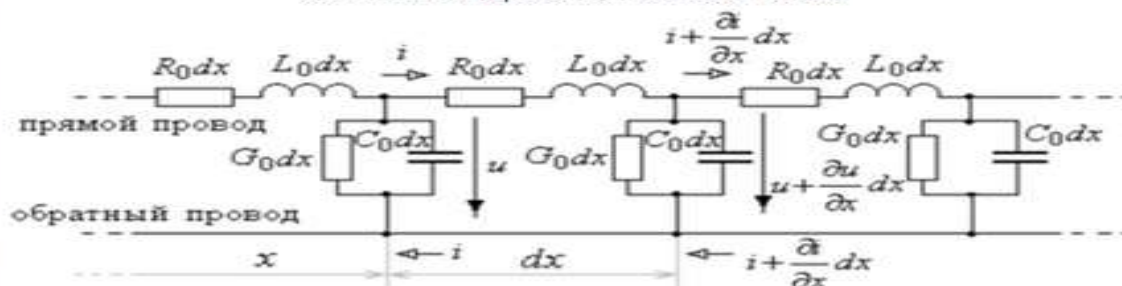
Тип рисунка:

Шкала по оси абсцисс:

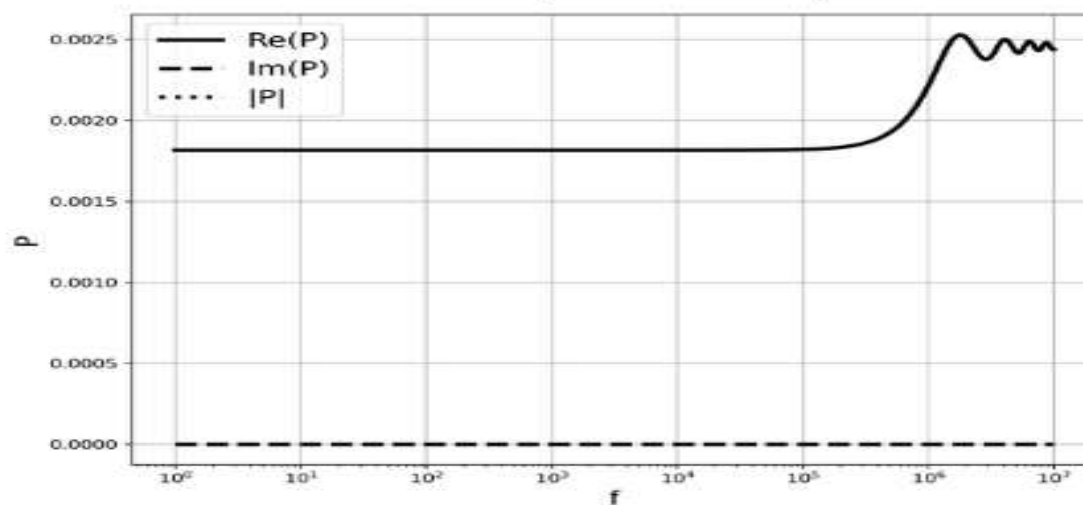
Время счета, с:

Запустить

Схема замещения кабельной линии



Зависимость мощности от частоты (f)



Результаты (3)

Лабораторный стенд

Задание

Описание

Входные параметры

Выходные параметры

$I_m =$ 0,0229 A

[0,0183 , 0,0275] A

$U_m =$ 0,7048 B

[0,56 , 0,84] B

$T =$ 0,0000000111 c

[0,89 , 1,33] 10^{-8} c

$k_s =$ 0,153

[0 , 0,2]

$n =$ 1000 Итераций

Статистическое моделирование

Годность, %

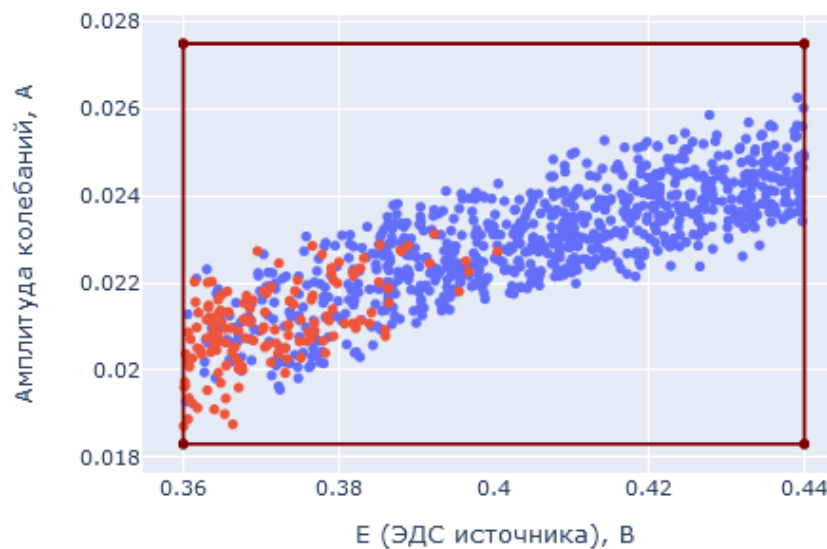
E, B

R, Ом

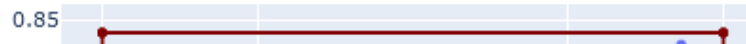
L, Гн

C, Ф

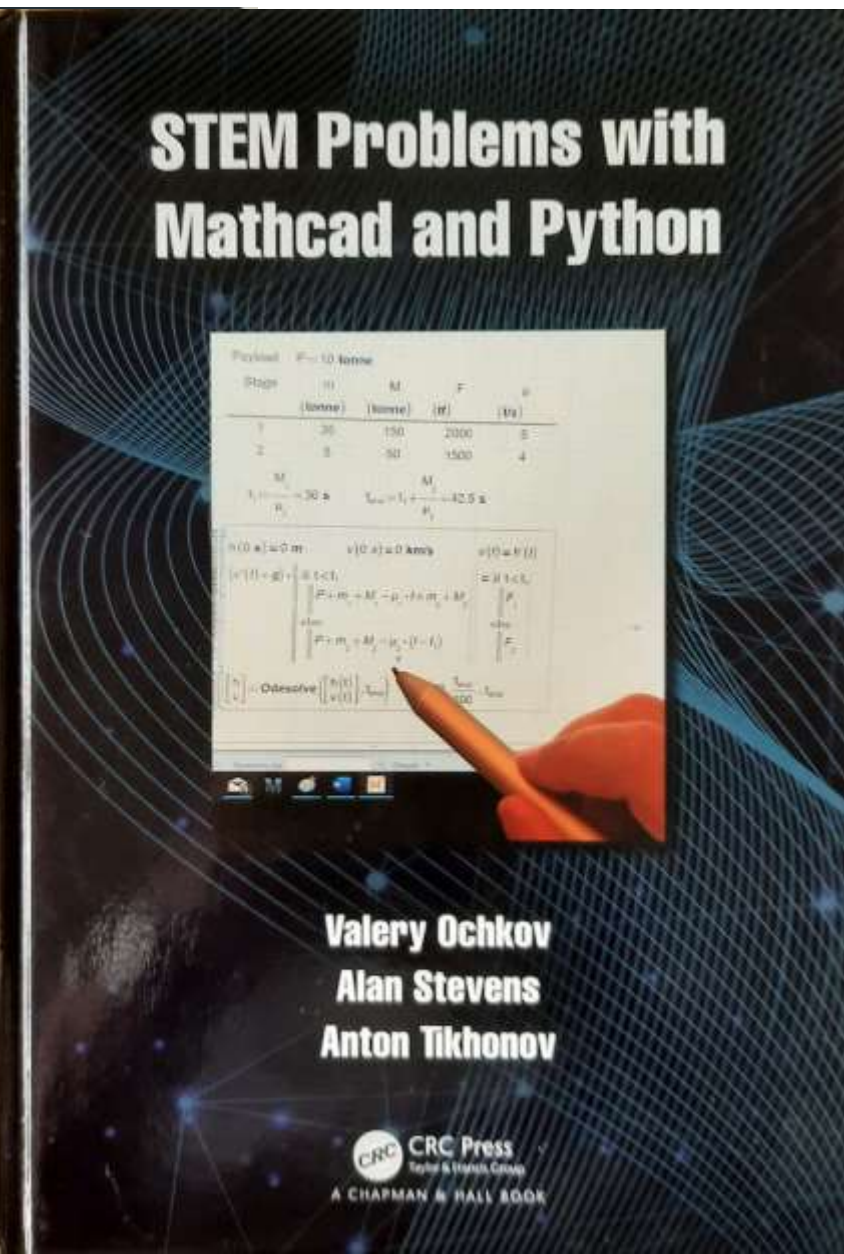
Амплитуда колебаний vs E (ЭДС источника)



Амплитуда колебаний vs E (ЭДС источника)



Публикации





Спасибо за внимание!