



Санкт-Петербургский политехнический университет

Физико-механический институт

Высшая школа прикладной математики и  
вычислительной физики

**Программирование для непрограммистов:  
какой язык программирования учить специалистам  
по численному моделированию?**

*Смирновский Александр Андреевич  
e-mail: [smirnovskysaha@gmail.com](mailto:smirnovskysaha@gmail.com)*



# Структура доклада

1. Несколько слов о Политехническом университете и реализуемой программе подготовки бакалавров.
2. Программирование: цели и задачи.
3. Немного занимательной статистики.
4. Краткое содержание курса по программированию.
5. Пример заданий для студентов.
6. Заключение: вопросы без ответов...

# Направление подготовки «Прикладные математика и физика»

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого



Физико-механический институт  
(бывший физико-механический факультет)



Высшая школа прикладной математики и вычислительной физики  
(кафедры «Прикладная математика», «Гидроаэродинамика», «Теплофизика»)



Бакалавриат, направление подготовки «Прикладные математика и физика»,  
профиль «Математические модели и вычислительные технологии в  
гидроаэродинамике и теплофизике», план приёма 50 чел.

# Направление подготовки «Прикладные математика и физика»

Основные профильные дисциплины в бакалавриате:

- Физика
- Теоретическая механика
- Математический анализ
- Основы теории вероятностей и стохастических процессов
- Численные методы (2 семестра)
- Аналитическая механика
- Теоретическая физика
- Основы механики жидкости и газа
- Основы теплофизики
- Динамика вязкой жидкости и турбулентность
- Основы вычислительной гидрогазодинамики (2 семестра)
- Программные средства вычислительной гидродинамики и теплофизики
- Введение в технологии суперкомпьютерных вычислений (2 семестра)

# Направление подготовки «Прикладные математика и физика»

Специфика реализуемой в бакалавриате СПбПУ учебной программы:

- Фундаментальное образование в области математики и физики.
- Предварительное знакомство с специальными дисциплинами в области физической гидрогазодинамики, теплофизических проблем, междисциплинарных задач.
- Навыки самостоятельной научно-исследовательской работы.

В процессе обучения студенты изучают теоретические, экспериментальные и численные методы решения физических задач.

Большинство выпускных работ так или иначе связано с **численным моделированием** в области гидроаэродинамики и теплообмена.

# Программирование: цели и задачи

Цели и задачи практических заданий, для выполнения которых необходимо писать программы:

- Обучение основам численных методов – изучение и реализация простейших алгоритмов.
- Обучение технологиям НРС (High Performance Computing) – параллелизация, тестирование эффективности работы программ в параллельном режиме.
- Обучение более «продвинутым» вычислительным алгоритмам – МКР, МКО, МКЭ.

Программирование также может использоваться для анализа и обработки данных натуральных и вычислительных экспериментов.

Дальнейшее обучение в магистратуре, учебные программы:

«Модели и высокопроизводительные вычисления в физической гидрогазодинамике»

«Инженерно-физические вычисления и машинное обучение»

# Цифровые компетенции

С 2021 года в СПбПУ реализуется так называемая «модель цифровых компетенций».

Цитата:

«Цифровая экосистема – категория компетенций, которые позволяют выпускнику СПбПУ комфортно существовать в смешанной экосистеме взаимодействия людей и цифровых агентов, а также трансформировать её, разрабатывая и применяя «сквозные» цифровые технологии и их субтехнологии для цифровой экономики»

Модуль цифровых компетенций: Цифровая грамотность, Технологии цифровой промышленности, Цифровой практикум, Цифровая культура.

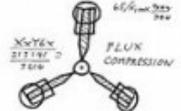


# Курс «Цифровая культура» (1 семестр)

«Цифровая культура» – единый курс для всех специальностей Политеха.

Программа курса:

- Компьютерные системы и сети.
- Бизнес-аналитика (проектирование и разработка процесса извлечения, преобразования и загрузки данных).
- Язык R. Анализ данных в R.

|   |  |  |
|---|--|--|
| <p>Дни 1 - 10<br/>Выучить переменные, константы, массивы, строки, выражения, функции...</p>                  | <p>Дни 11 - 21<br/>Выучить потоки, указатели, ссылки, классы, объекты, наследование, полиморфизм...</p>             | <p>Дни 22 - 697<br/>Много программировать для себя. Иногда взламывать что-то, но все время учиться на ошибках.</p>  |
| <p>Дни 698 - 3648<br/>Общаться с другими программистами. Работать над проектами с ними. Учиться у них.</p>  | <p>Дни 3649 - 7781<br/>Выучить продвинутую теоретическую физику и сформулировать теорию квантовой гравитации.</p>  | <p>Дни 7782 - 14611<br/>Выучить биохимию, молекулярную биологию, генетику...</p>                                   |
| <p>День 14611<br/>Использовать знания по биологии для создания омолаживающего зелья.</p>                   | <p>День 14611<br/>Использовать знания по физике для создания поточного конденсатора и вернуться в день 21.</p>    | <p>День 21<br/>Заменить себя-из-прошлого.</p>   |

Насколько я знаю, это самый простой способ "Выучить C++ за 21 день"

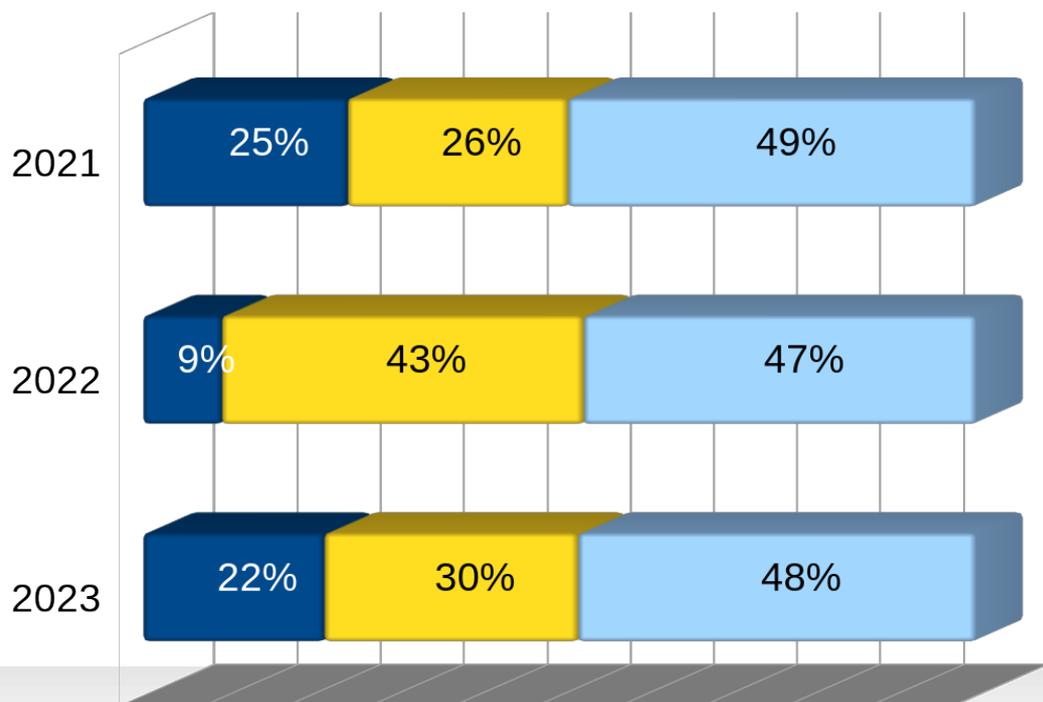
# Занимательная статистика

С 2021 по 2023 гг в начале сентября мы провели анкетирование студентов 1 курса, пришедших к нам на занятия по «Цифровому практикуму»

## Результаты опроса

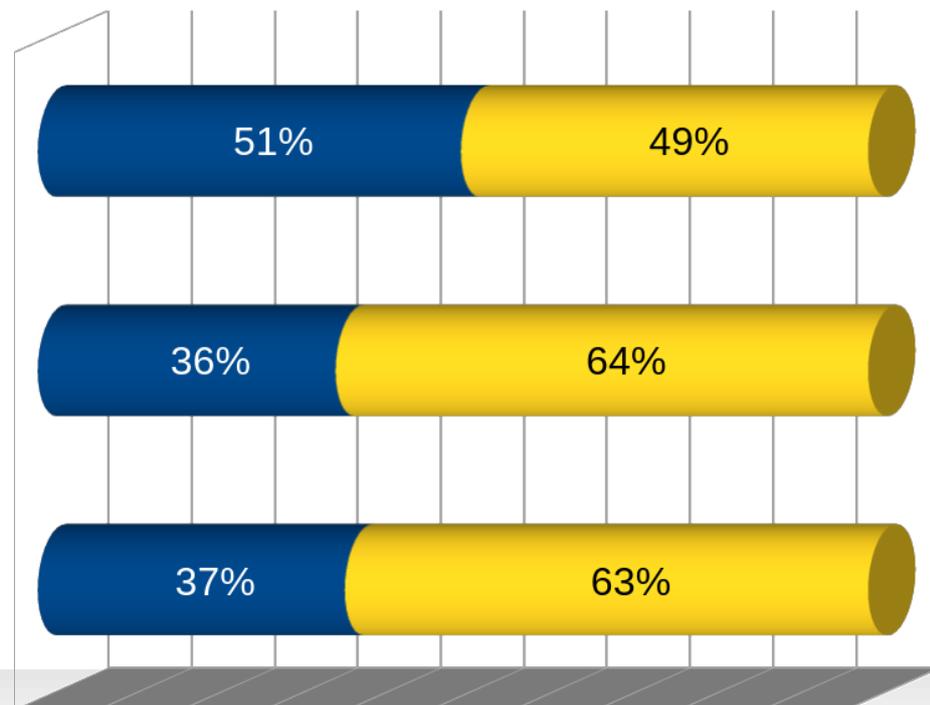
### Отношение к программированию

■ Отрицательно ■ Нейтрально ■ Положительно



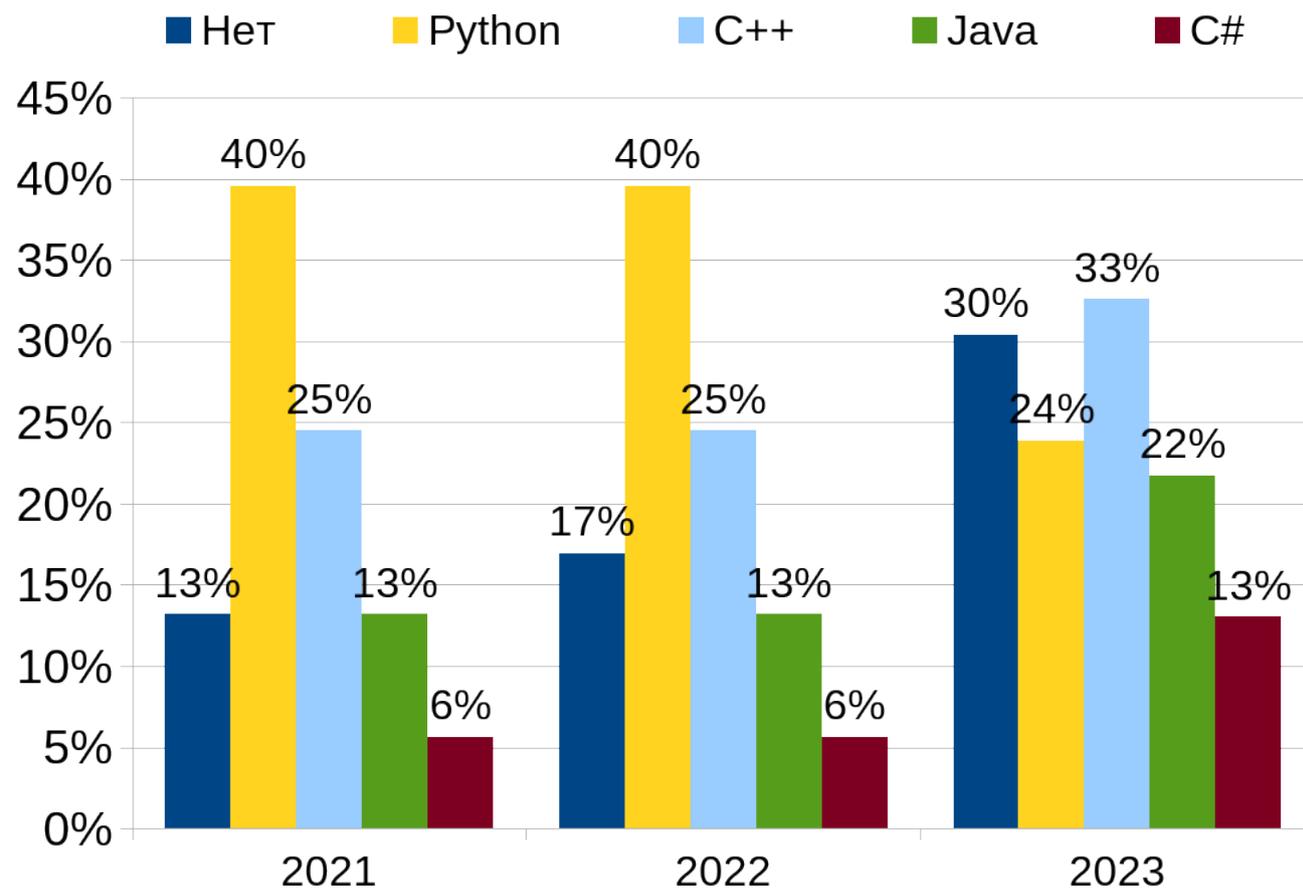
### Навык программирования

■ Плохой/отсутствует ■ Хороший



# Занимательная статистика

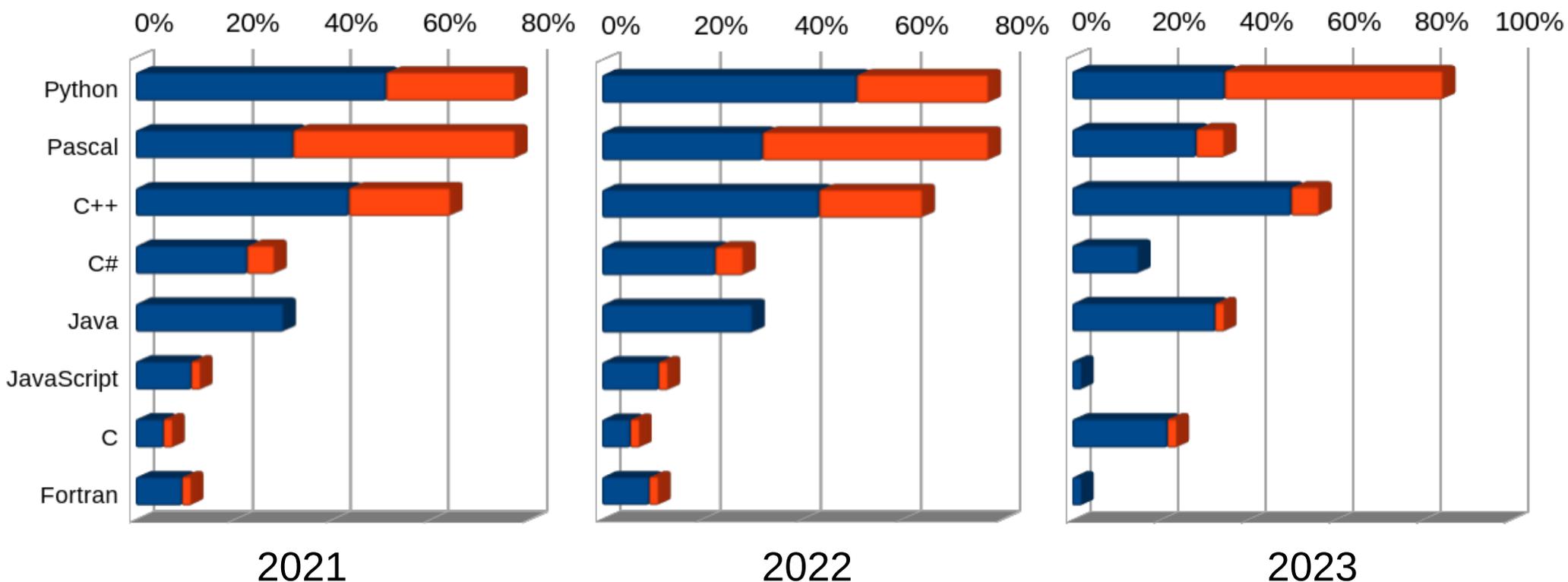
Интерес к изучению других ЯП (можно выбрать несколько вариантов)



# Занимательная статистика

Уровень владения различными ЯП (можно выбрать несколько вариантов)

- Что-то слышал или даже чуть программировал
- Могу писать программы (простые или даже сложные)

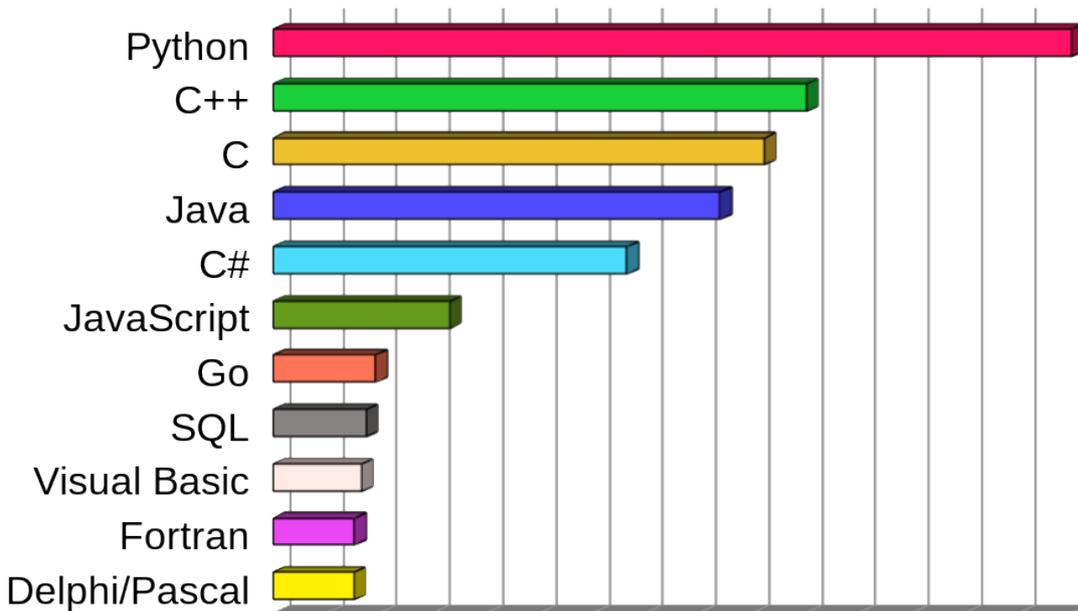


Другие упомянутые в ответах ЯП: Basic, R, Ruby, Bash, Kotlin, Assembler, Q#, HTML, Swift, 1C

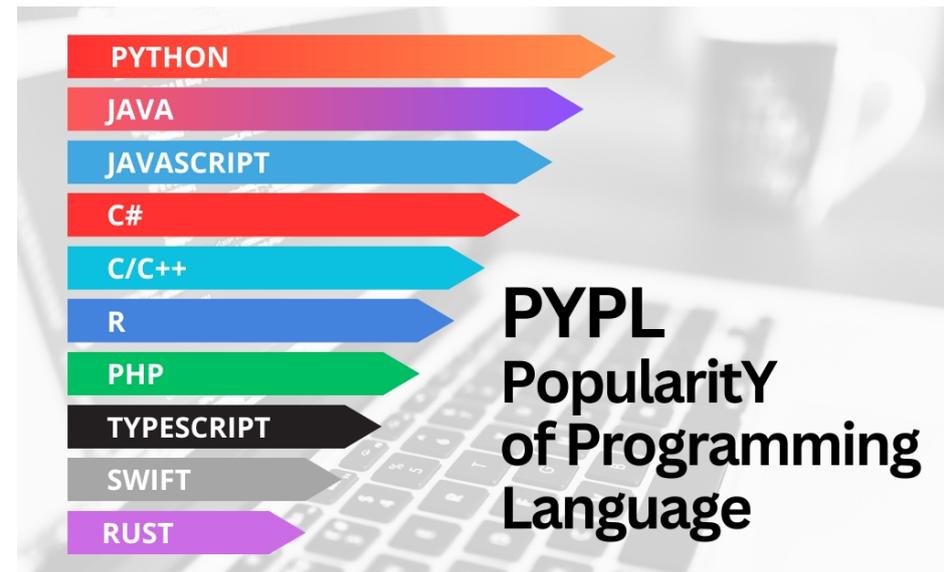
# Занимательная статистика

## “Рейтинги” языков программирования

Index TIOBE



PYPL



В вычислительной науке Fortran всегда занимал лидирующие позиции благодаря своей относительной простоте и вычислительной эффективности.

Альтернативы: Julia, ...?

# Почему Python?

Python — стабильный и распространённый язык; его реализации в основном являются свободным ПО.

Python является лёгким в изучении языком, часто изучается как первый язык, в том числе используется при обучении программированию.

Сильными сторонами Python являются его модульность и возможность интегрироваться с другими языками программирования, в том числе в составе сложных комплексных приложений и систем.

## Почему Fortran?

- Относительная простота изучения
- Вычислительная эффективность
- Поддержка параллелизации OpenMP и MPI

Решение:

Изучать Python (2 семестра) и Fortran (1 семестр)

# Программа курсов по программированию

| Python   | Fortran  |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. Основные особенности Python.</li><li>2. Основы работы с Python в JupyterLab.</li><li>3. Базовые типы: числа, строки, списки.</li><li>4. Создание и работа с функциями.</li><li>5. Кортежи, множества, словари.</li><li>6. Условный оператор, циклы.</li><li>7. Операции ввода/вывода.</li><li>8. Основы ООП.</li><li>9. Символьные вычисления при помощи sympy.</li><li>10. Библиотека numpy.</li></ol> | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Язык программирования Fortran: преимущества и недостатки.</li><li>2. Типы данных: целый, вещественный, символьный, логический и их представление в ЭВМ. Переменные и константы.</li><li>3. Работа с массивами.</li><li>4. Ввод/вывод.</li><li>5. Подпрограммы и функции.</li><li>6. Основные концепции ООП.</li><li>7. Простейшие алгоритмы обработки данных (последовательный и бинарный поиск, сортировка и др.)</li><li>8. Простейшие численные методы (нахождение корней, решение СЛАУ, вычисление интегралов).</li></ol> |

# Примеры заданий для студентов

Задание 1. Написать функцию, принимающую на вход координаты двух шахматных фигур на доске (белой пешки и чёрного коня) в виде списка и возвращающую кортеж из двух логических переменных (True или False) в зависимости от того, атакует ли фигура №1 фигуру №2 и наоборот.

Задание 2. Написать функцию, которая принимает на вход количество тестов для статистики  $N$  и возвращает в виде списка средние длины короткого, среднего и длинного кусков при разламывании стержня случайным образом на три части. Задачу необходимо решить методом статистических испытаний (Монте-Карло).

Задание 3. Написать функцию, которая возвращает аналитическое решение средствами библиотеки `sympy` для обыкновенного дифференциального уравнения, описывающего следующую физическую задачу: найти закон изменения массы ракеты со временем  $m(t)$ , если ракета поддерживается в воздухе на постоянной высоте, выбрасывая вертикально вниз струю газа со скоростью  $u$ .



# Заключение

- Направление подготовки «Прикладные математика и физика» нацелено на сочетание фундаментальной математической и физической базы с решением инженерно-физических задач, в основном из области гидроаэродинамики и теплообмена при помощи вычислительных технологий.
- Студенты изучают как готовые вычислительные инструменты для численного моделирования (открытые и коммерческие), так и вычислительные алгоритмы (в теории и на практике).
- Программирование необходимо как для реализации вычислительных алгоритмов, так и для вспомогательных задач обработки и анализа данных.
- Окончательного ответа на вопрос, вынесенный в название доклада, до сих пор нет. В настоящее время не существует ЯП, удовлетворяющего всем «запросам» как со стороны студентов, так и преподавателей: лёгкость в изучении, распространённость, широкий спектр приложений, вычислительная эффективность...

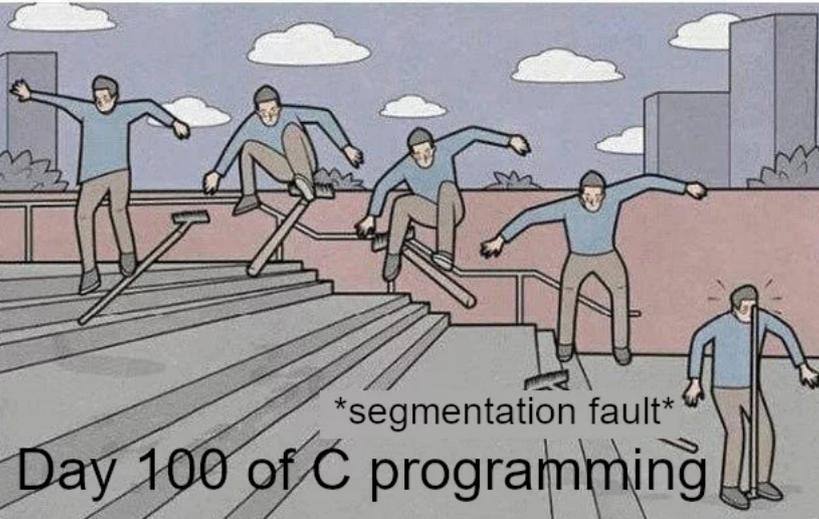


# Почему не C/C++/Java?..

\*segmentation fault\*



Day 1 of C programming



Day 100 of C programming

# HOW TO BUILD A HORSE WITH PROGRAMMING

BY  **toggli**  
Goon Squad

## C++



## JAVA

