

ИТМО



Математика для программистов

Андрей Станкевич

Университет ИТМО, декан Факультета информационных технологий и программирования

stankev@itmo.ru

01.03.02

ІТМО

ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

Математика

- ✦ Математическая логика
- ✦ Линейная алгебра
- ✦ Математический анализ
- ✦ Дифференциальные уравнения
- ✦ Теория вероятности
- ✦ Математическая статистика
- ✦ Методы оптимизации

Computer Science

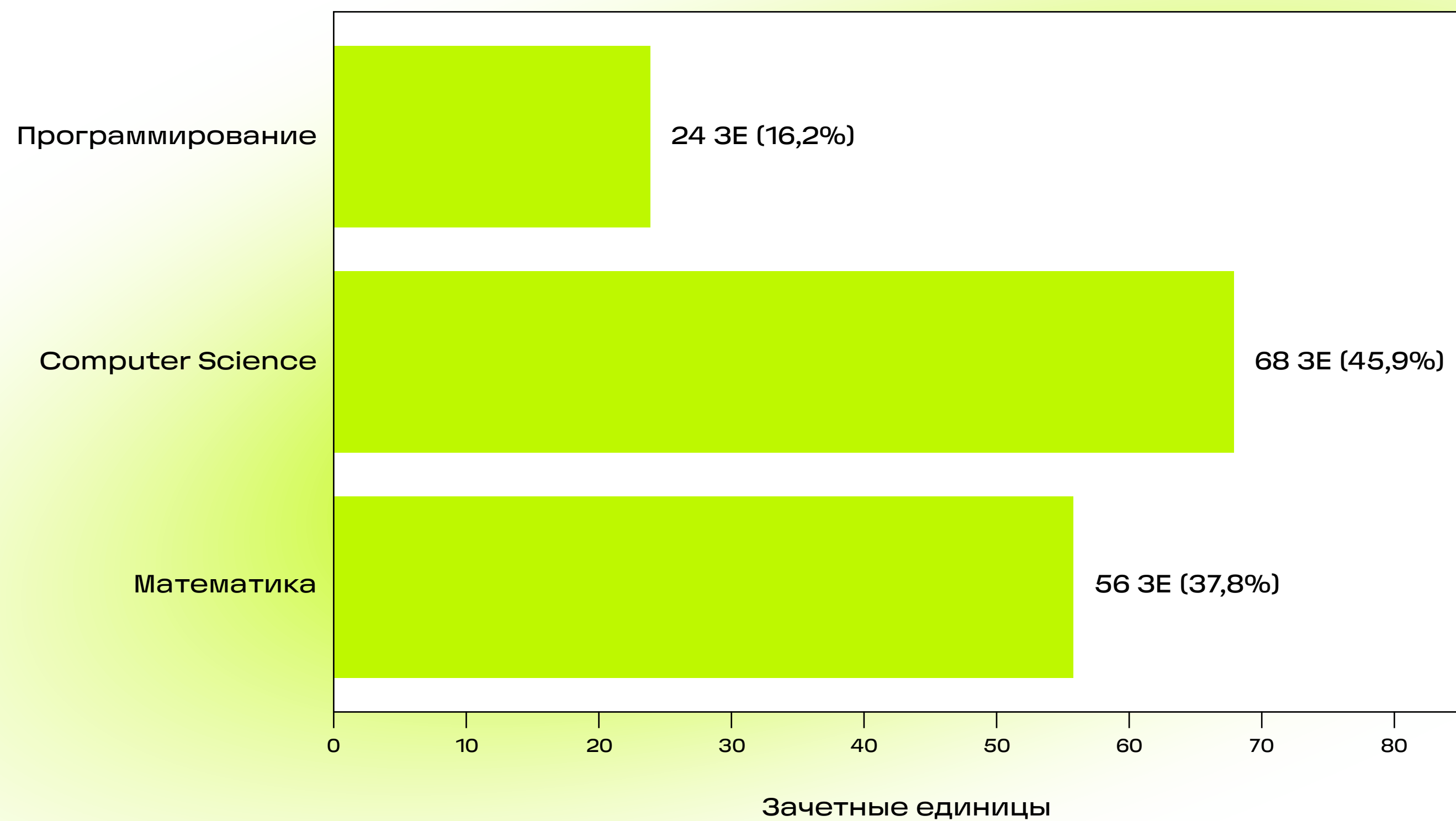
- ✦ Дискретная математика
- ✦ Алгоритмы и структуры данных
- ✦ Архитектура ЭВМ
- ✦ Операционные системы
- ✦ Сети
- ✦ Базы данных
- ✦ Анализ данных
- ✦ Машинное обучение
- ✦ Компьютерное зрение
- ✦ Теория информации

Программирование

- ✦ Программирование
- ✦ Парадигмы программирования
- ✦ C++
- ✦ Технологии программирования
- ✦ Функциональное программирование
- ✦ Параллельное программирование

Распределение зачетных единиц по разделам

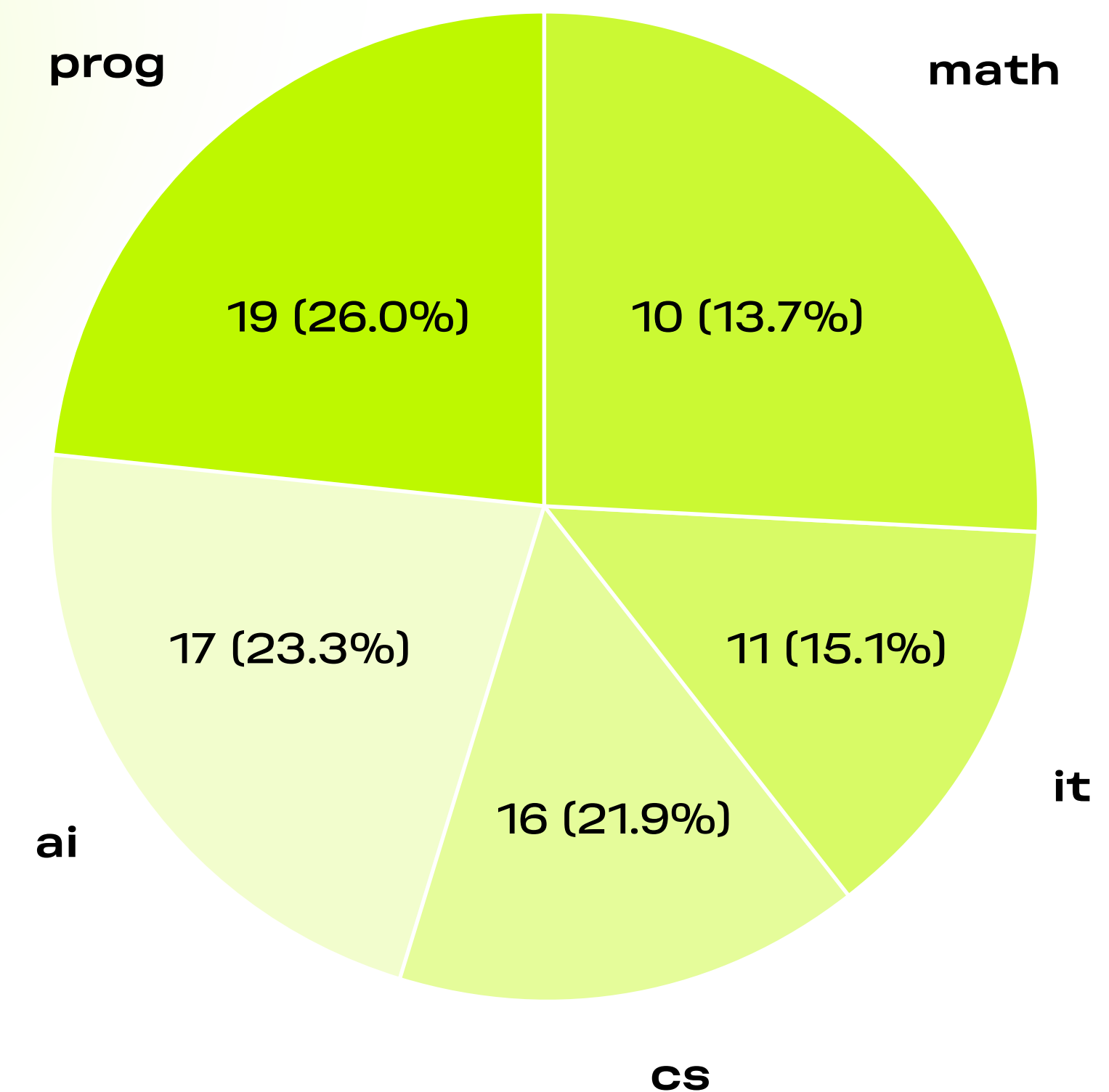
Распределение зачетных единиц по разделам



ВЫБОРНЫЕ ПРЕДМЕТЫ

- ➔ Между алгеброй и логикой: элементы теории моделей
- ➔ Модели финансовой математики и математической экономики
- ➔ Геометрические методы анализа данных
- ➔ Теория игр
- ➔ Введение в коммутаторную алгебру и алгебраическую геометрию
- ➔ Алгебра и теория групп
- ➔ Введение в алгебраическую геометрию
- ➔ Вычислительная теория гомотопий
- ➔ Топология и теория гомотопий
- ➔ Дополнительные главы математического анализа

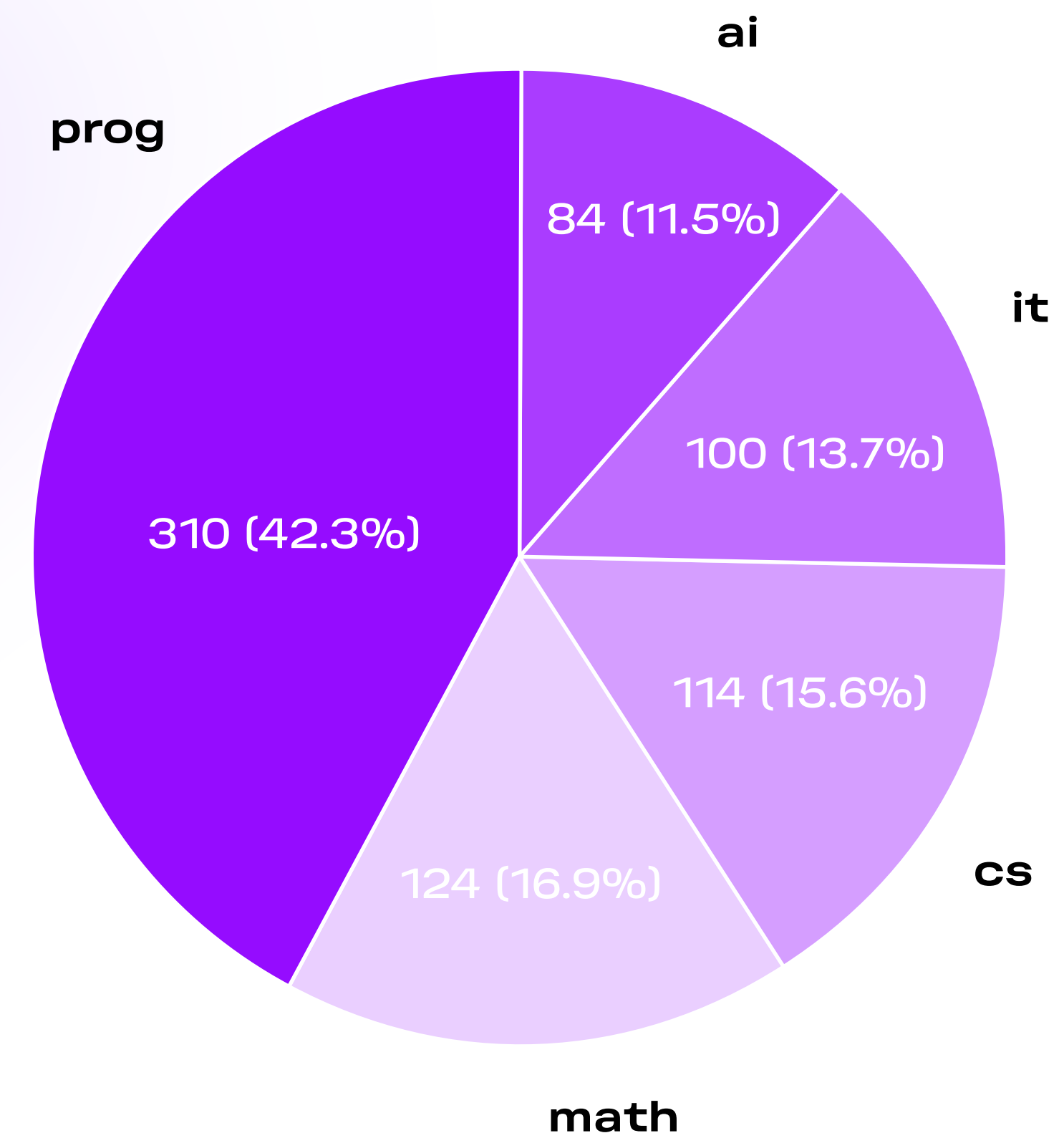
Выборные предметы по разделам



СТАТИСТИКА ВЫБОРА

Предмет	Количество
Теория игр	78
Дополнительные главы матанализа	8
Алгебра и теория групп	7
Топология и теория гомотопий	7
Модели финансовой математики и математической экономики	6
Геометрические методы анализа данных	6
Между алгеброй и логикой: элементы теории моделей	4
Введение в алгебраическую геометрию	3
Вычислительная теория гомотопий	3
Введение в коммутаторную алгебру и алгебраическую геометрию	2

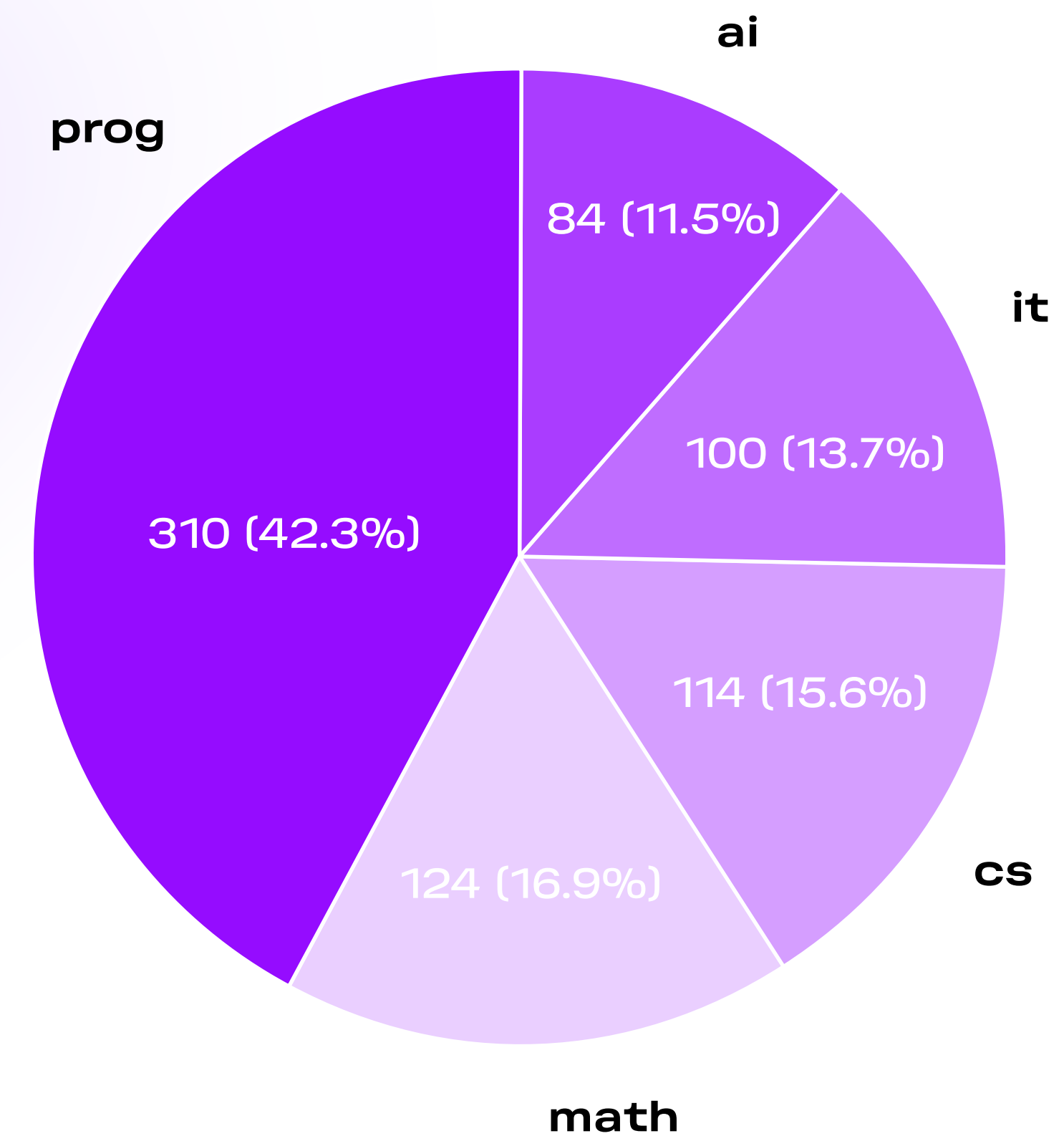
Выбор курсов по разделам



СТАТИСТИКА ВЫБОРА

Предмет	Количество
Теория игр	78 🤔
Дополнительные главы матанализа	8
Алгебра и теория групп	7
Топология и теория гомотопий	7
Модели финансовой математики и математической экономики	6
Геометрические методы анализа данных	6
Между алгеброй и логикой: элементы теории моделей	4
Введение в алгебраическую геометрию	3
Вычислительная теория гомотопий	3
Введение в коммутаторную алгебру и алгебраическую геометрию	2

Выбор курсов по разделам



НУЖНА ЛИ МАТЕМАТИКА ПРОГРАММИСТУ?

Приписывается Ломоносову:

«А математику уже затем учить следует, что она ум в порядок приводит».

Алексей, выпускник ИТМО 2023 г.:

«Я работаю в ML в VK. После изучения мат. анализа я могу прочесть и разобраться в любой статье на тему своей работы».

Но не многовато ли 56/240 з.е. для приведения ума в порядок?

ОСОБЕННАЯ МАТЕМАТИКА ДЛЯ ПРОГРАММИСТОВ

- ✦ Есть фундаментальная математика для математиков.
- ✦ Есть прикладная математика для программистов.
- ✦ Основные достижения последних лет, в том числе в области ИИ, на базе фундаментальных математических идей.

НУЖНЫ ЛИ ВОООБЩЕ ПРОГРАММИСТЫ И МАТЕМАТИКИ?

Файл regions.txt содержит список регионов, по одному на строке
Напиши программу на python, которая считает количество вхождений каждого региона в файл и выводит их по убыванию числа вхождений

Думал на протяжении пары секунд

Вот простой вариант программы:

```
Python 📄 ▶ Запустить  
  
from collections import Counter  
  
filename = "regions.txt"  
  
with open(filename, "r", encoding="utf-8") as f:  
    regions = [line.strip() for line in f if line.strip()]  
  
counts = Counter(regions)  
  
for region, count in counts.most_common():  
    print(f"{region}: {count}")
```

Как это работает:

ЭТО ВОЗМОЖНО ТОЛЬКО ДЛЯ ПРОСТЫХ ЗАДАЧ

How it started

give C++ code for the following

read png file given as parameter 1
it contains only black and white pixels
convert it to 2d array of 0 for white and 1 for black

Думал на протяжении пары секунд

Here is a simple C++ example using `stb_image` to read a PNG and convert it into a `std::vector<std::vector<int>>` where white = 0 and black = 1.

```
⌞ C++
#include <iostream>
#include <vector>
#include <string>
#include <stdexcept>

#define STB_IMAGE_IMPLEMENTATION
```

В конце два C++ файла: 200 и 500 строк

take optimizer that tries to remove blocks
add the following modification: try to exchange two random chars in
solution until it is still valid and then run optimization again

I'm folding in a "random swap then re-optimize" phase on top of the block-removal optimizer, keeping the independent-1 validity check and best-file updates.

Думал на протяжении нескольких секунд

Here is the updated optimizer.

What it does:

- reads `files/{name}.png`
- reads `{name}.out`
- checks validity by moving each initial 1 independently
- optimizes by removing single contiguous blocks
- after no more block removals are found:

ХОРОШО ПРОГРАММИРУЕТ, НО ПЛОХО ДУМАЕТ

Теперь то же самое для $3^{\omega(n)}$

Думал на протяжении секунды

Аналогично.

Пусть

$$a_n = 3^{\omega(n)}.$$

Тогда a_n мультипликативна, и её производящая функция Дирихле раскладывается в эйлерово произведение:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{3^{\omega(n)}}{n^s} = \prod_p \left(\sum_{k=0}^{\infty} \frac{3^{\omega(p^k)}}{p^{ks}} \right).$$

Для p^k :

- при $k = 0$: $\omega(1) = 0$, значит $3^{\omega(1)} = 1$,
- при $k \geq 1$: $\omega(p^k) = 1$, значит $3^{\omega(p^k)} = 3$.

Поэтому локальный множитель:

$$\sum_{k=0}^{\infty} \frac{3^{\omega(p^k)}}{p^{ks}} = 1 + 3 \sum_{k=1}^{\infty} p^{-ks} = 1 + \frac{3p^{-s}}{1 - p^{-s}} = \frac{1 + 2p^{-s}}{1 - p^{-s}}.$$

Итак,

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{3^{\omega(n)}}{n^s} = \prod_p \frac{1 + 2p^{-s}}{1 - p^{-s}}.$$

РАБОТА ПРОГРАММІСТА І МАТЕМАТИКА ІЗМЕНИТСЯ РАДИКАЛЬНО

- ✦ І тем більше важним буде розуміння складної математики і основ програмування, які стоять в основі.
- ✦ Розрив між тем, що не можна зробити без моделей і теми, для чого хватить здорового розуму без спеціальних знань — величезний.

MIDNIGHT CODE CUP 2026 SELECTION ROUND

Top 10 Teams — Compact Medal Table

Only confirmed public medal matches are shown. One team per line.

#	Team	Members
1	Ignore all previous instr	Aleksei Safronov · Edvard Davtyan · Valentin Kofman
2	myshka	Sergey Serebryakov
3	Probably worse than LLMs	Anna Khanova · Mikhail Pyaderkin IOI gold ICPC gold ×2 · Ilya Kornakov ICPC gold ICPC bronze
4	TerraLuna	Jonggeon Moon · Cheolmin Choi
5	USA2	Kevin Sun IMO medalist IOI silver ICPC gold ICPC bronze · Andrew Gu IMO medalist ICPC silver · Dilhan Salgado
6	China IOI Team 2	Ryan Shaw · Pannawit Supanwassa · Arya Ananda Putra
7	superfight	Igor Pyshkin ICPC gold ×2 · Maksim Gorokhovskii ICPC gold ICPC bronze · Alex Morozov IOI gold
8	kenimuku	Haruka Tonegawa · takano koki · Takuto Ito
9	itmo_1.2017	Vladimir Smykalov ICPC gold ICPC silver · Ivan Belonogov ICPC gold ICPC bronze · Ilya Zban ICPC gold ICPC bronze
10	GoodBye2023	Atsutoshi Kikuchi · Yuichiro Koga · Hiroki Shibata

MIDNIGHT CODE CUP 2026 SELECTION ROUND

✦ Можно использовать любые модели.

✦ Но даже «любые модели» лучше используют призеры IOI, IMO, ICPC.

✦ Совпадение?

- ⇒ Программисту нужна математика.
- ⇒ Математика общая, нет специальной математики для программистов.
- ⇒ Чем умнее ИИ, тем менее ценны «чисто программистские» знания и дороже фундаментальные и математические.
- ⇒ Очень серьезная проблема психологическая, как преодолеть базовые типовые задания, которые модели решают очень хорошо, чтобы дойти до тех, где нужна синергия.

Миллион на первом курсе

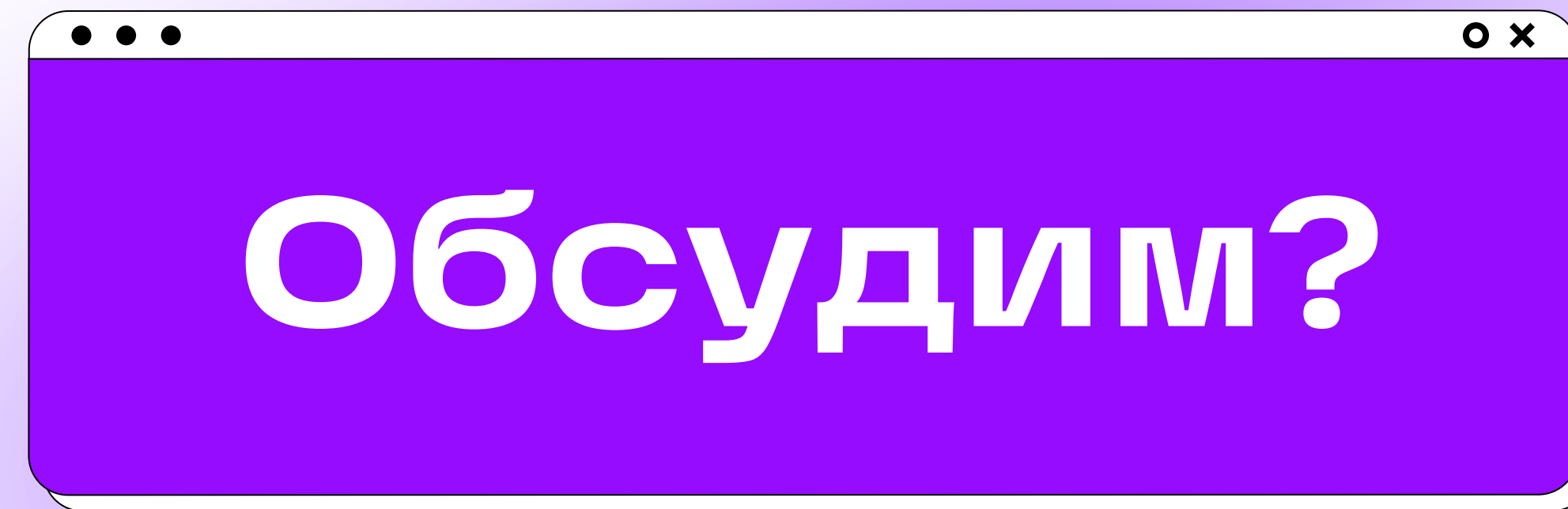
Стипендия **100 тысяч рублей** в месяц
для победителей олимпиад и стобалльников



ITMO PRIORITY

Программа поддержки
талантливых абитуриентов

abit.itmo.ru/priority



Андрей Станкевич
stankev@itmo.ru
t.me/andrewzta