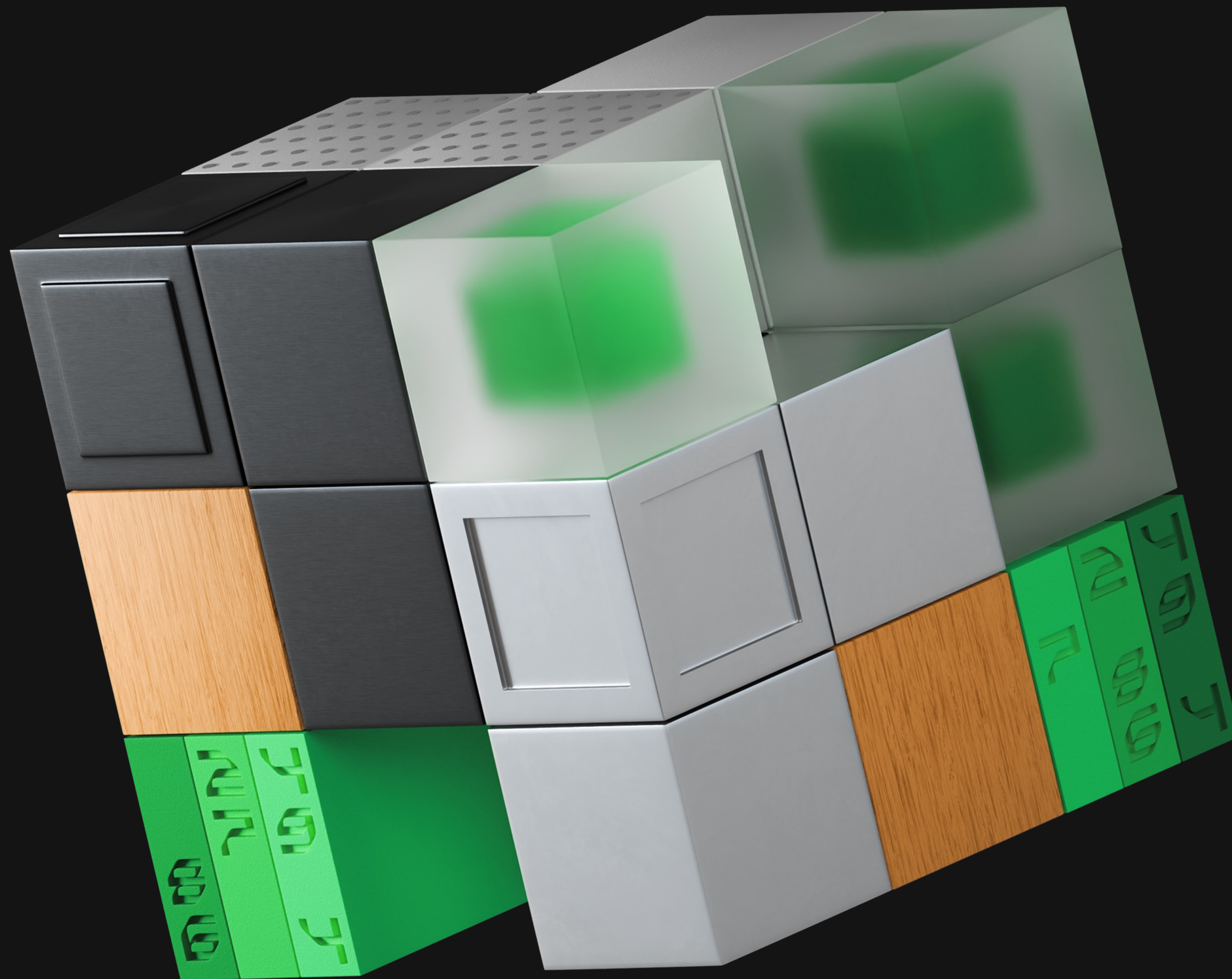




ЦЕНТРАЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

# Парадоксы статистики



Иван Стельмах

# Иван Стельмах

СРО УНИВЕРСИТЕТА | ПРОФЕССОР РЭШ

- 2013–2017  
Бакалавриат МФТИ
- 2017–2022  
PhD в машинном обучении  
CMU
- 2023  
Research Team Lead  
Max Planck Institute

Citadel Securities

Google Research

Yandex

McKinsey и ЯиП

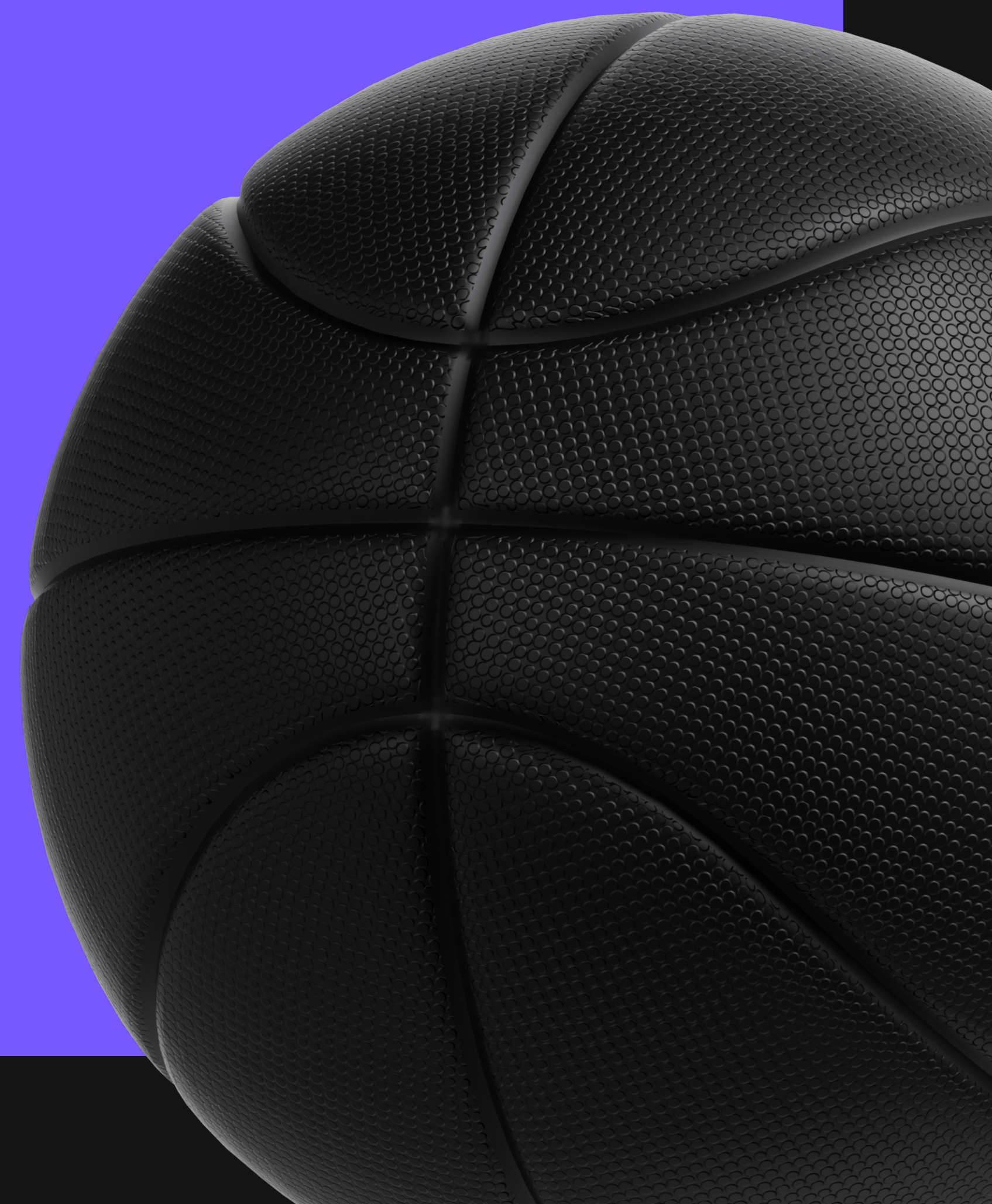


ПАРАДОКС 1

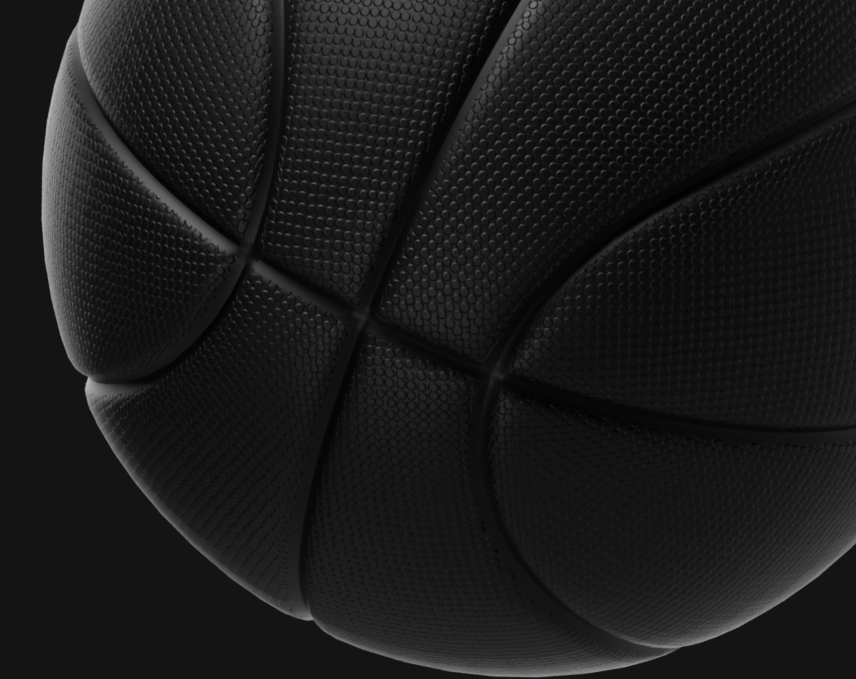
# Гадание на баскетбольных мячах

Stein, C. (1956) Inadmissibility of the usual estimator for the mean of a multivariate distribution

James, W.; Stein, C. (1961) Estimation with quadratic loss



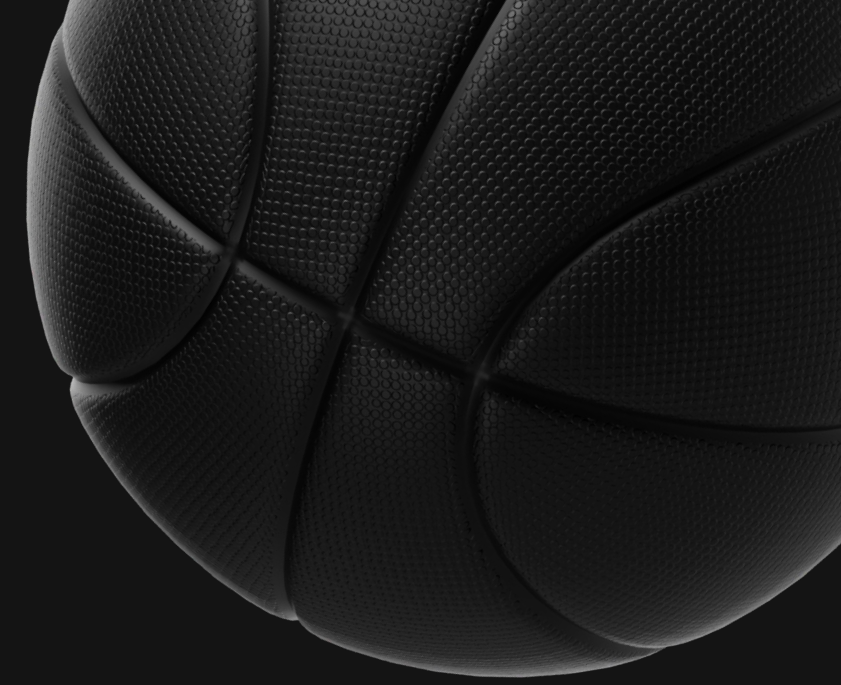
# Пример: NBA



# Пример: NBA

Статистика очков в первых 5 матчах сезона

	1	2	3	4	5
Леброн Джеймс	15	10	25	20	30

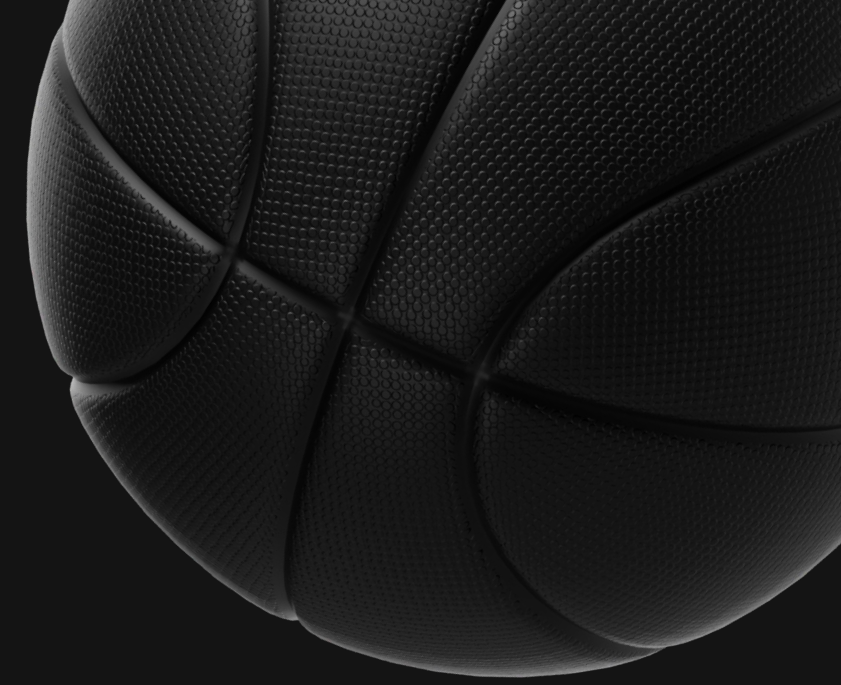
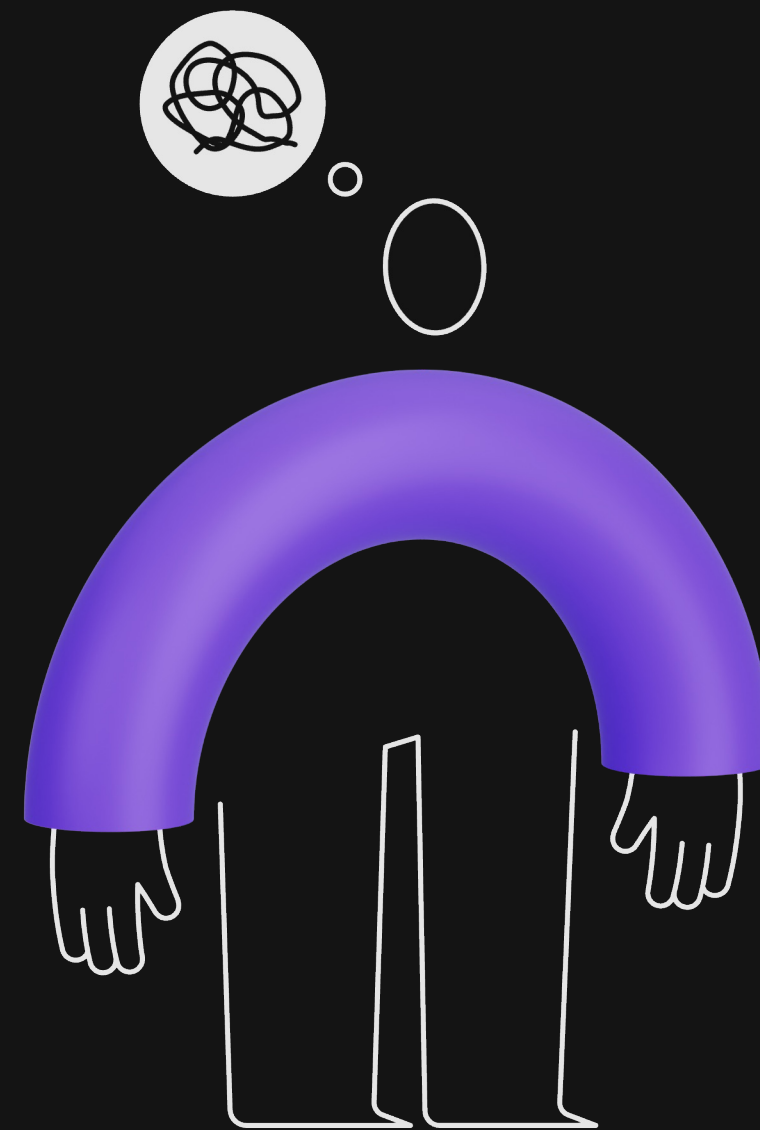


# Пример: NBA

Статистика очков в первых 5 матчах сезона

	1	2	3	4	5
Леброн Джеймс	15	10	25	20	30

Сколько очков наберет Леброн Джеймс в следующем матче?



# Пример: NBA

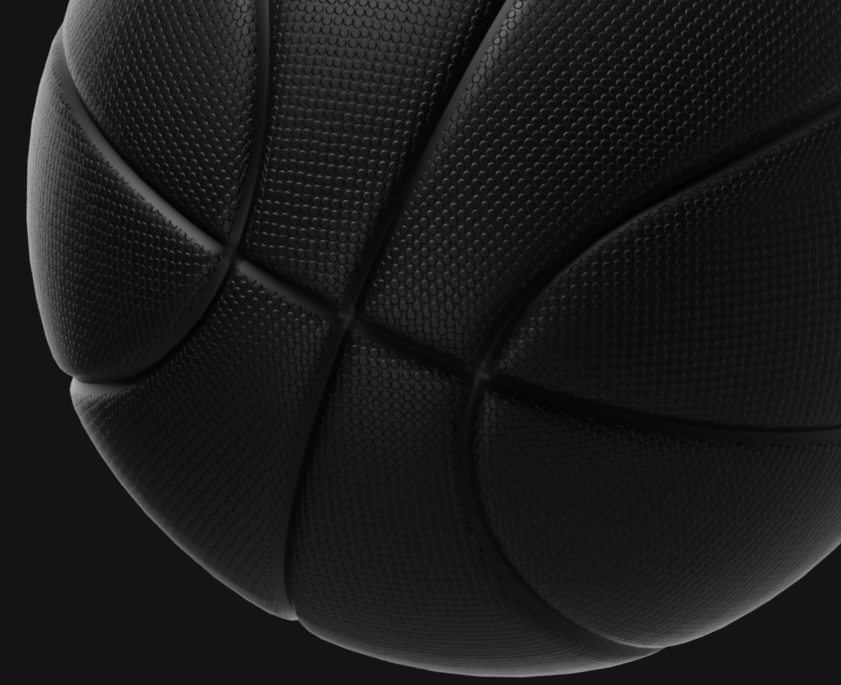
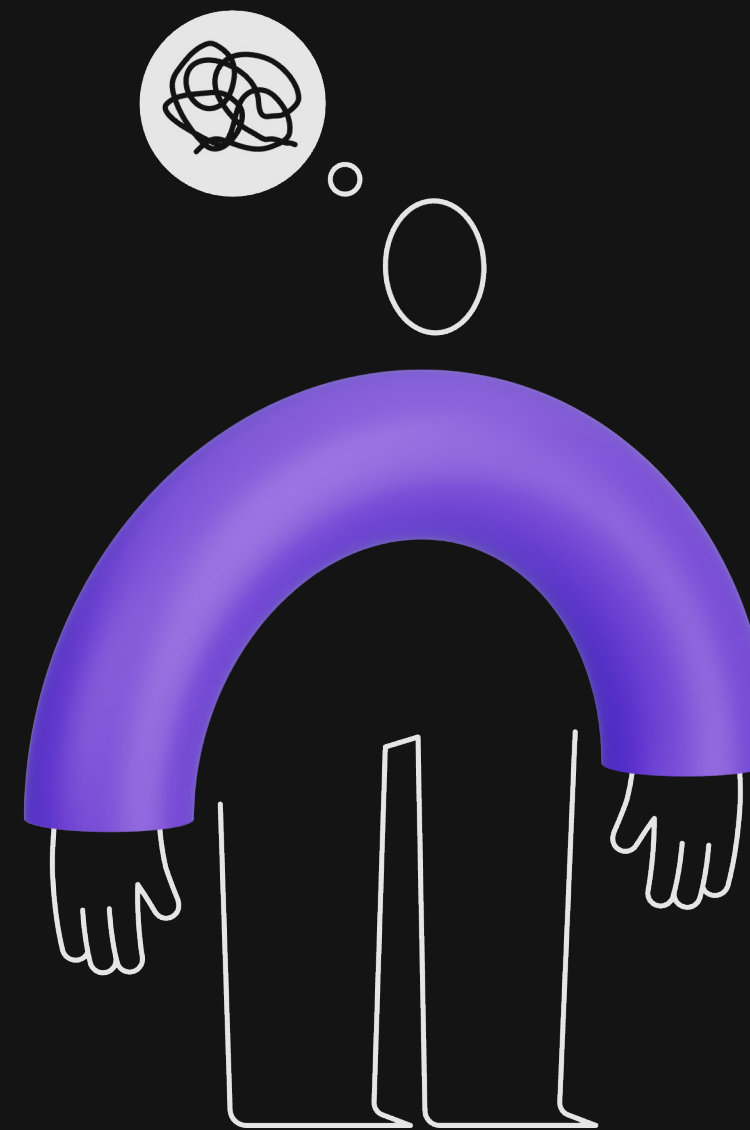
Статистика очков в первых 5 матчах сезона

	1	2	3	4	5
Леброн Джеймс	15	10	25	20	30

$$X_i \sim N(\mu_i; \sigma^2)$$

Количество очков баскетболиста  $i$  в каждом матче.  
Нормальная случайная величина с мат. ожиданием  $\mu_i$   
(уровень игрока) и дисперсией  $\sigma^2$  (разброс)

Сколько очков наберет  
Леброн Джеймс в следующем матче?



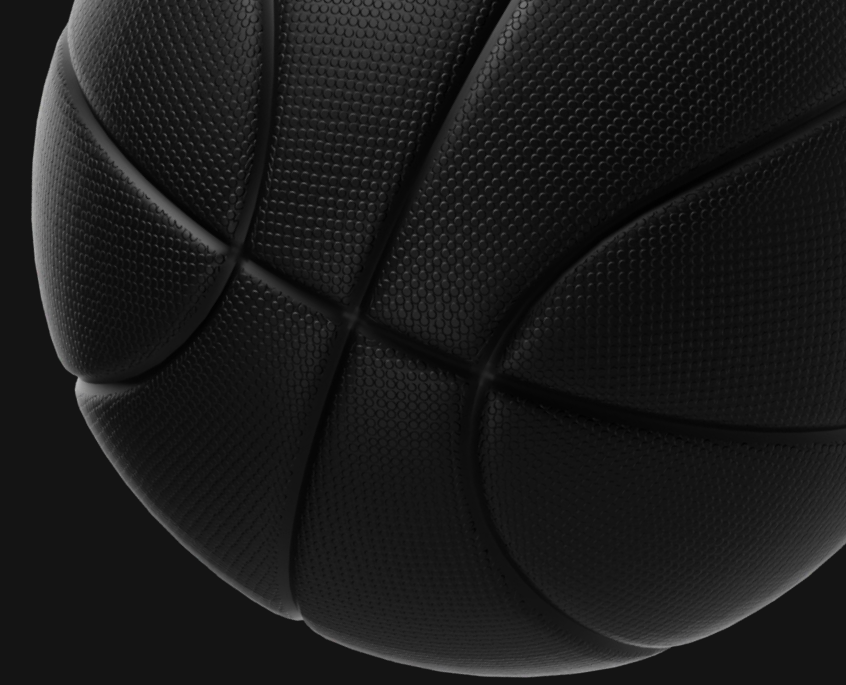
# Пример: NBA

Статистика очков в первых 5 матчах сезона

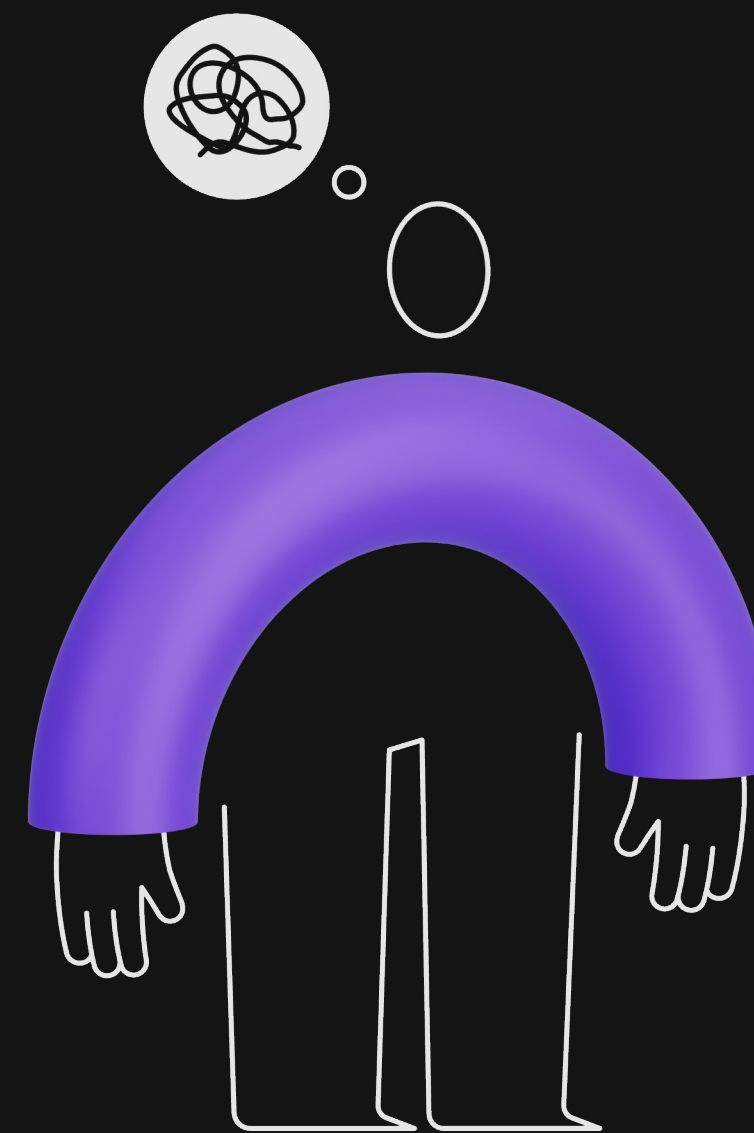
	1	2	3	4	5
Леброн Джеймс	15	10	25	20	30

$$X_i \sim N(\mu_i; \sigma^2)$$

Количество очков баскетболиста  $i$  в каждом матче.  
Нормальная случайная величина с мат. ожиданием  $\mu_i$   
(уровень игрока) и дисперсией  $\sigma^2$  (разброс)



Сколько очков наберет  
Леброн Джеймс в следующем матче?



Штраф за ошибку:

$$(y - \hat{y})^2$$

Реальное  
количество  
очков

Ваше  
предсказание

# Пример: NBA

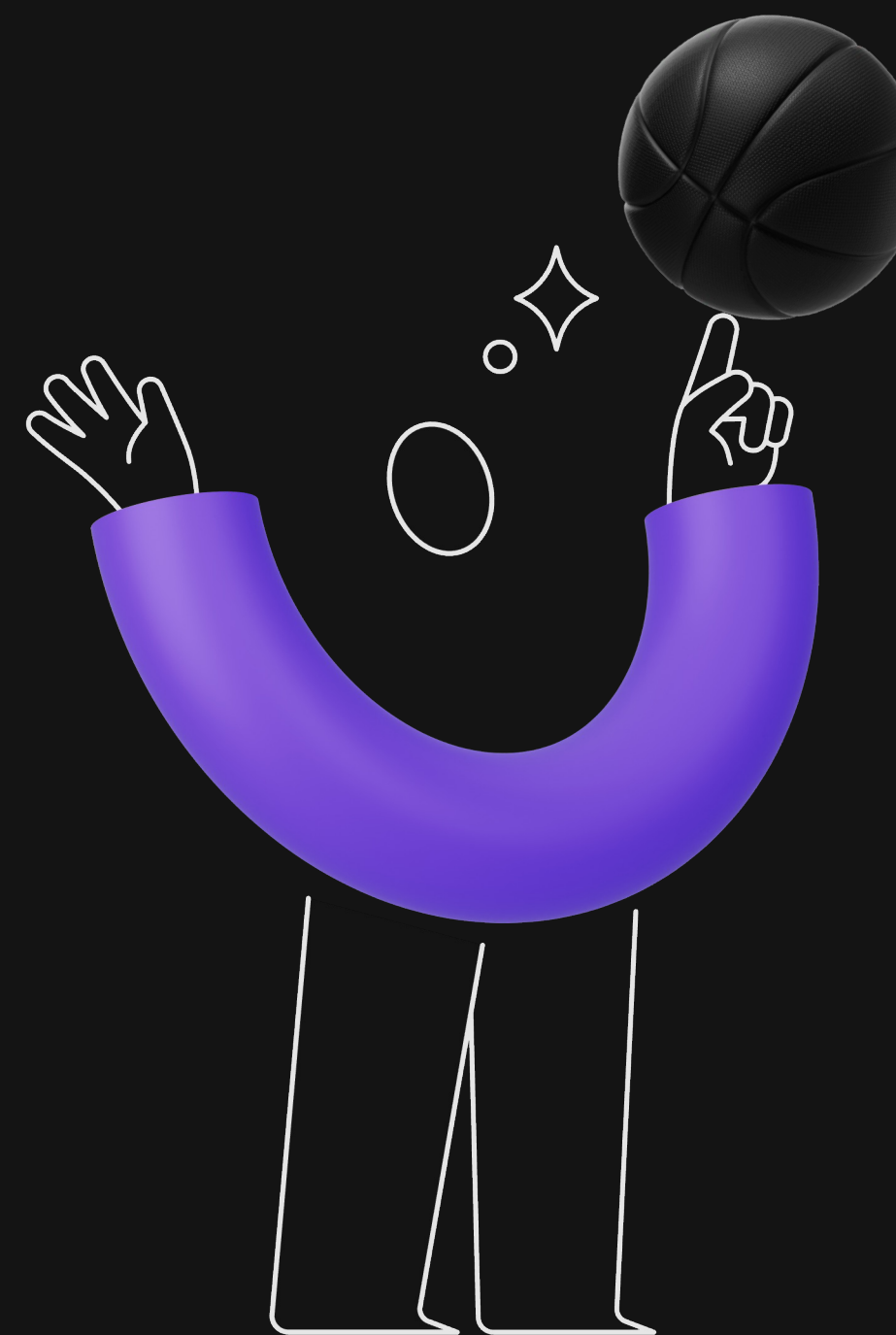
Статистика очков в первых 5 матчах сезона

	1	2	3	4	5
Леброн Джеймс	15	10	25	20	30

$$X_i \sim N(\mu_i; \sigma^2)$$

Количество очков баскетболиста  $i$  в каждом матче.  
Нормальная случайная величина с мат. ожиданием  $\mu_i$   
(уровень игрока) и дисперсией  $\sigma^2$  (разброс)

Сколько очков наберет  
Леброн Джеймс в следующем матче?



**20 очков**

Теоретически  
оптимальный ответ

# Пример: NBA

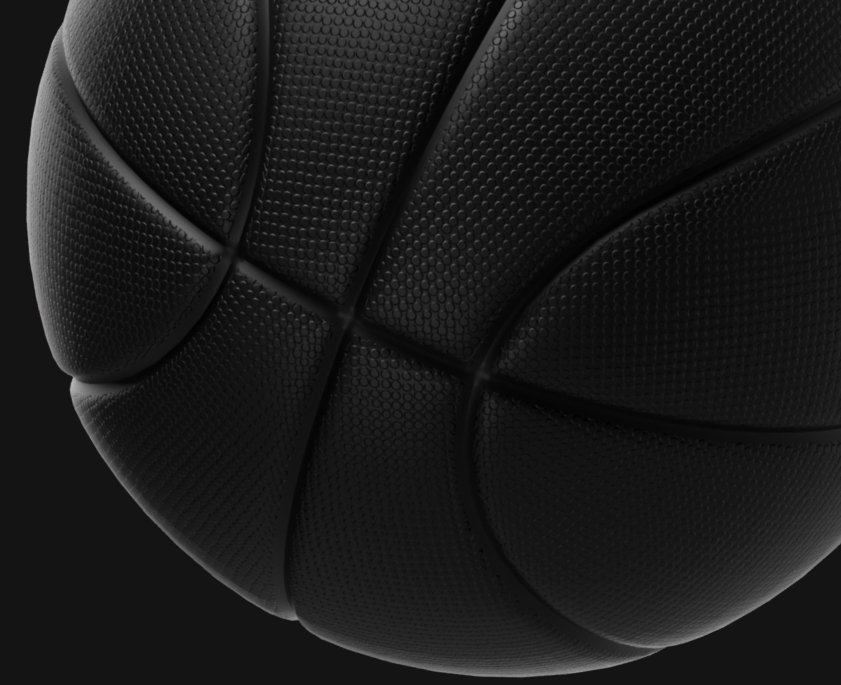
Статистика очков в первых 5 матчах сезона

	1	2	3	4	5
Леброн Джеймс	15	10	25	20	30
Стефен Карри	20	30	30	15	15

$$X_i \sim N(\mu_i; \sigma^2)$$

Количество очков баскетболиста  $i$  в каждом матче.

Нормальная случайная величина с мат. ожиданием  $\mu_i$  (уровень игрока) и дисперсией  $\sigma^2$  (разброс)



# Пример: NBA

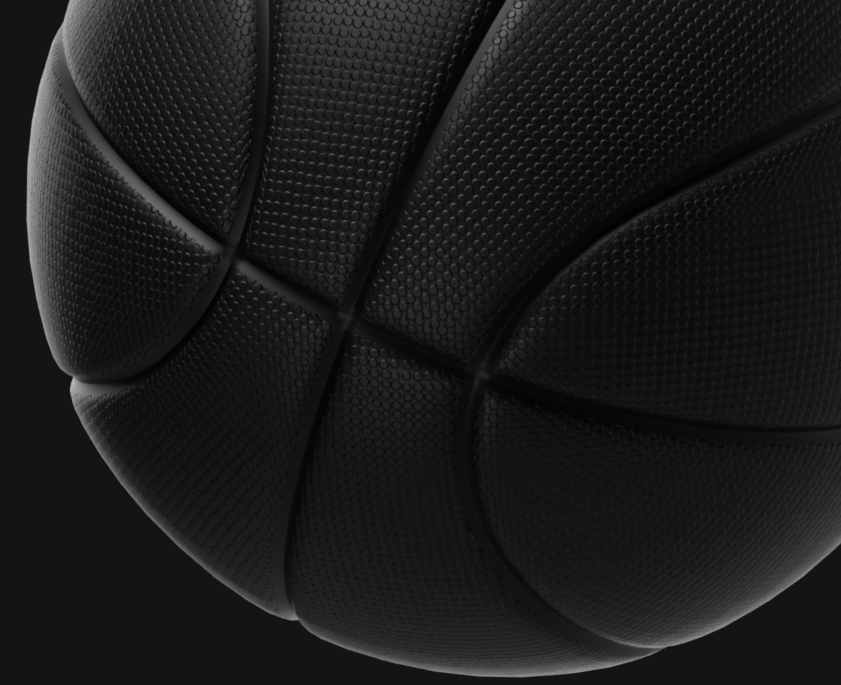
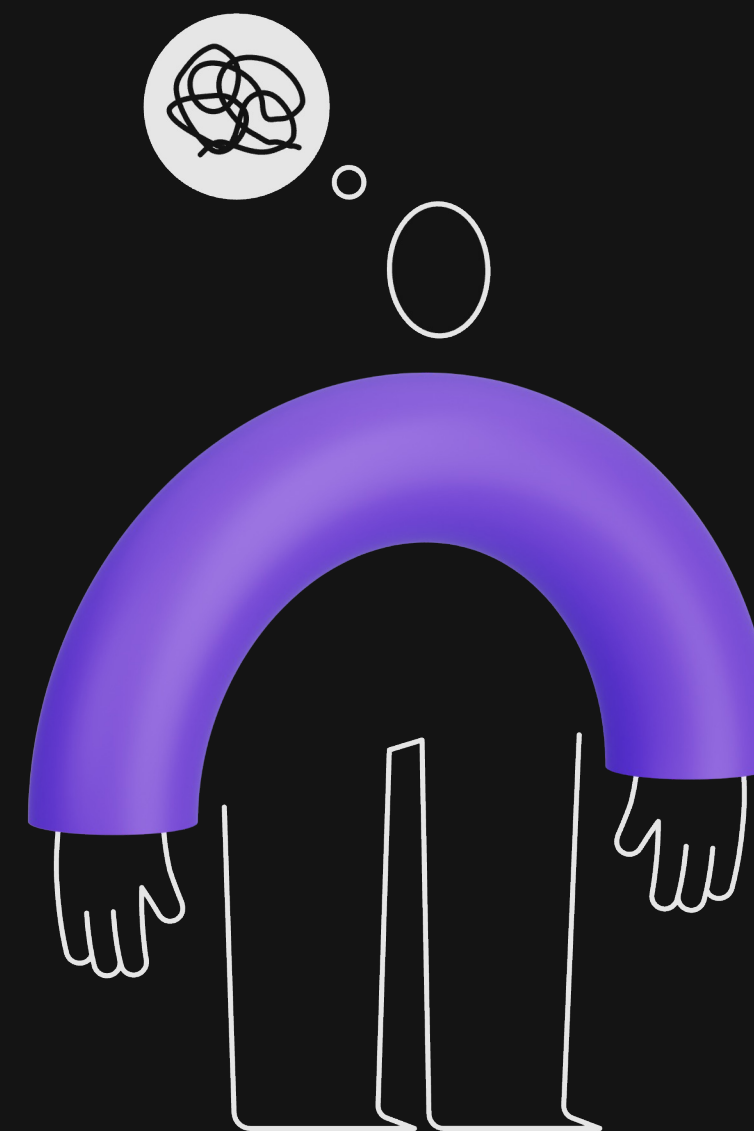
Статистика очков в первых 5 матчах сезона

	1	2	3	4	5
Леброн Джеймс	15	10	25	20	30
Стефен Карри	20	30	30	15	15

$$X_i \sim N(\mu_i; \sigma^2)$$

Количество очков баскетболиста  $i$  в каждом матче.  
Нормальная случайная величина с мат. ожиданием  $\mu_i$   
(уровень игрока) и дисперсией  $\sigma^2$  (разброс)

Сколько очков наберет каждый баскетболист в следующем матче?



# Пример: NBA

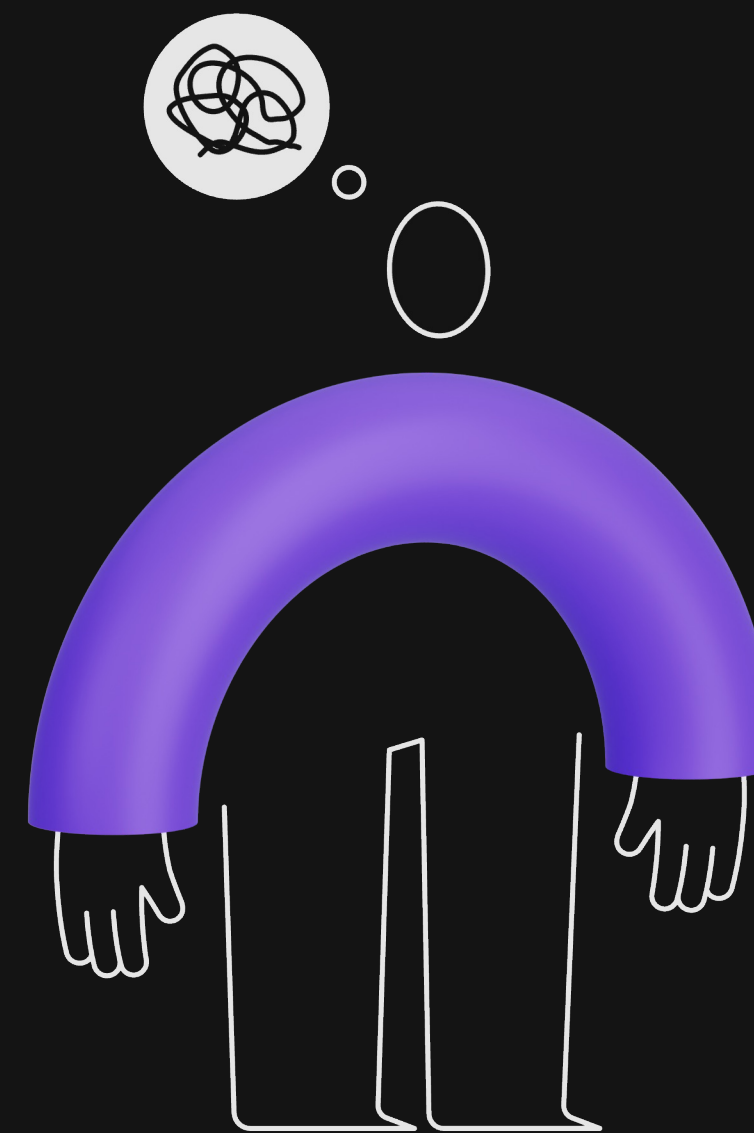
Статистика очков в первых 5 матчах сезона

	1	2	3	4	5
Леброн Джеймс	15	10	25	20	30
Стефен Карри	20	30	30	15	15

$$X_i \sim N(\mu_i; \sigma^2)$$

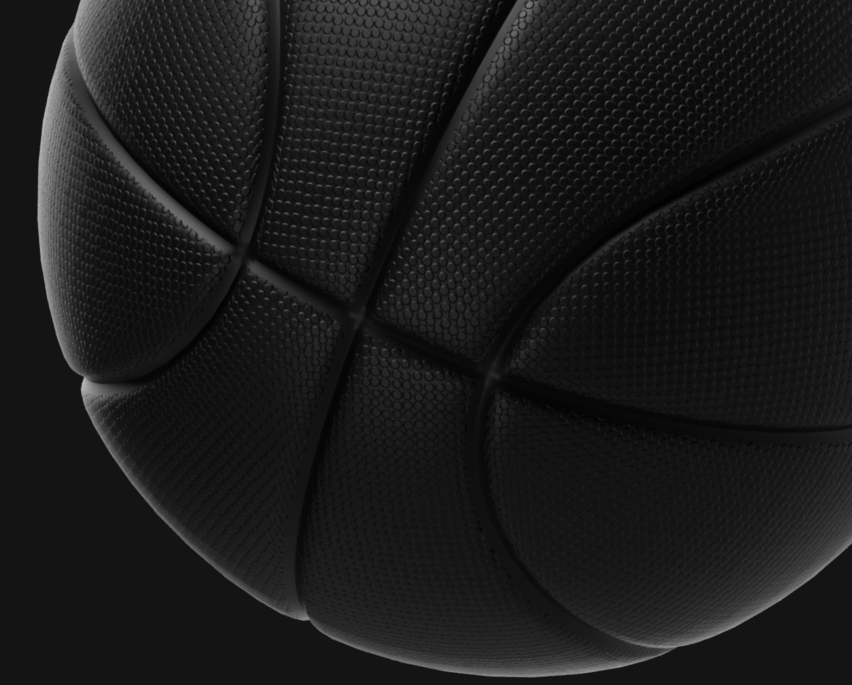
Количество очков баскетболиста  $i$  в каждом матче.  
Нормальная случайная величина с мат. ожиданием  $\mu_i$   
(уровень игрока) и дисперсией  $\sigma^2$  (разброс)

Сколько очков наберет каждый баскетболист в следующем матче?



Штраф за ошибку:

$$(y_1 - \widehat{y}_1)^2 + (y_2 - \widehat{y}_2)^2$$



# Пример: NBA

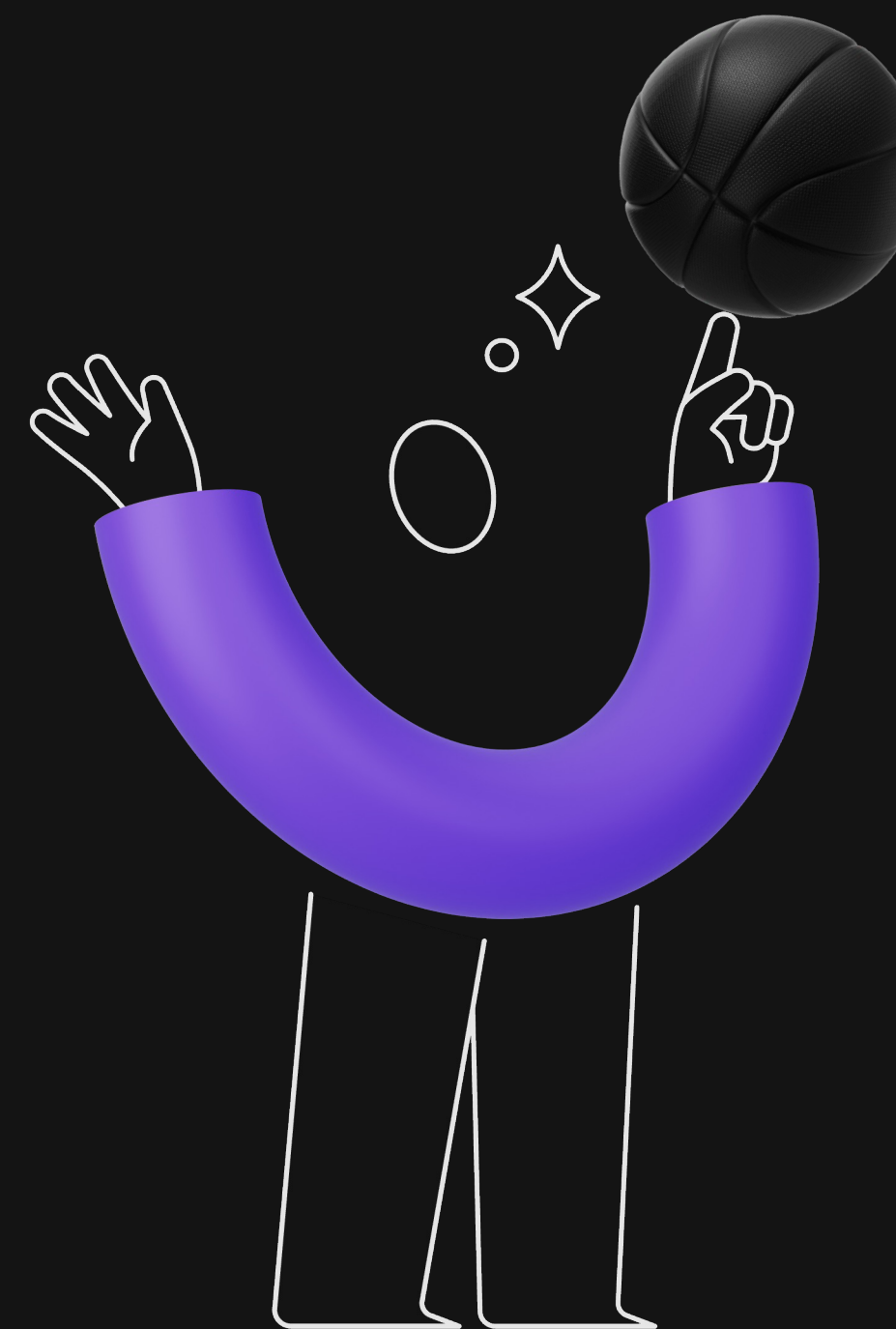
Статистика очков в первых 5 матчах сезона

	1	2	3	4	5
Леброн Джеймс	15	10	25	20	30
Стефен Карри	20	30	30	15	15

$$X_i \sim N(\mu_i; \sigma^2)$$

Количество очков баскетболиста  $i$  в каждом матче.  
Нормальная случайная величина с мат. ожиданием  $\mu_i$   
(уровень игрока) и дисперсией  $\sigma^2$  (разброс)

Сколько очков наберет каждый баскетболист в следующем матче?



Джеймс 20  
Карри 22

Теоретически  
оптимальный ответ

# Пример: NBA

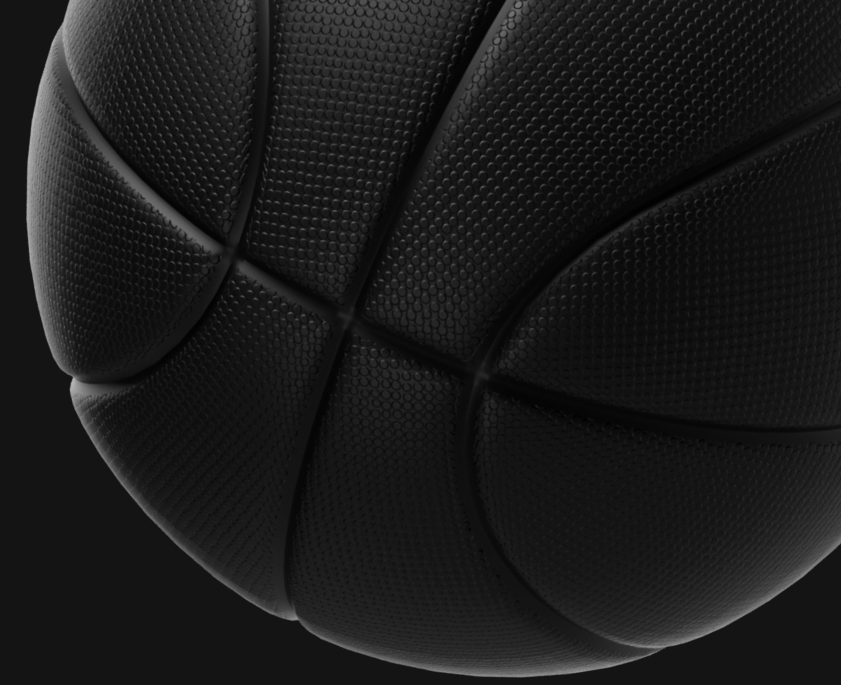
Статистика очков в первых 5 матчах сезона

	1	2	3	4	5
Леброн Джеймс	15	10	25	20	30
Стефен Карри	20	30	30	15	15
Кевин Дюрانت	10	20	15	25	20

$$X_i \sim N(\mu_i; \sigma^2)$$

Количество очков баскетболиста  $i$  в каждом матче.

Нормальная случайная величина с мат. ожиданием  $\mu_i$  (уровень игрока) и дисперсией  $\sigma^2$  (разброс)



# Пример: NBA

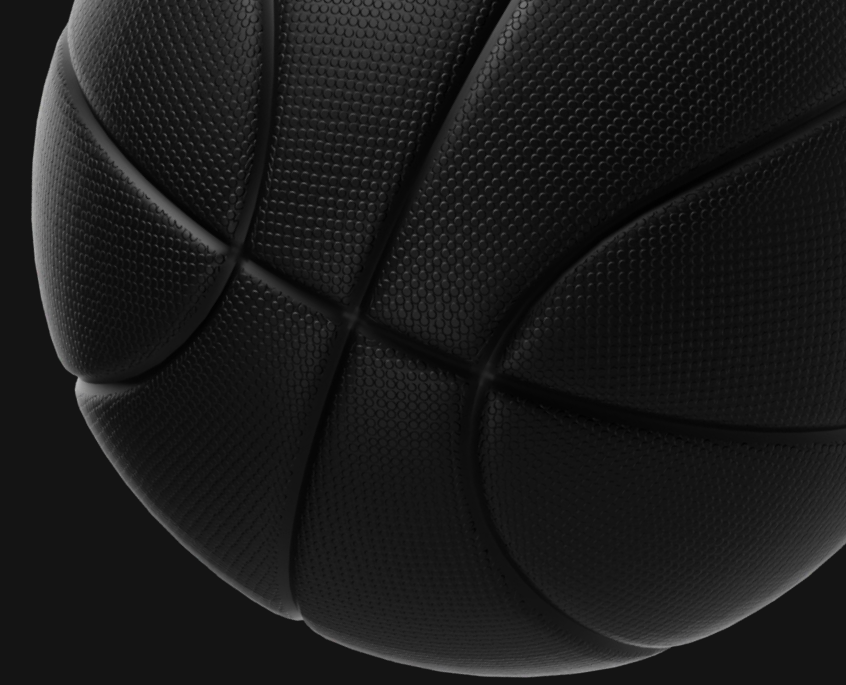
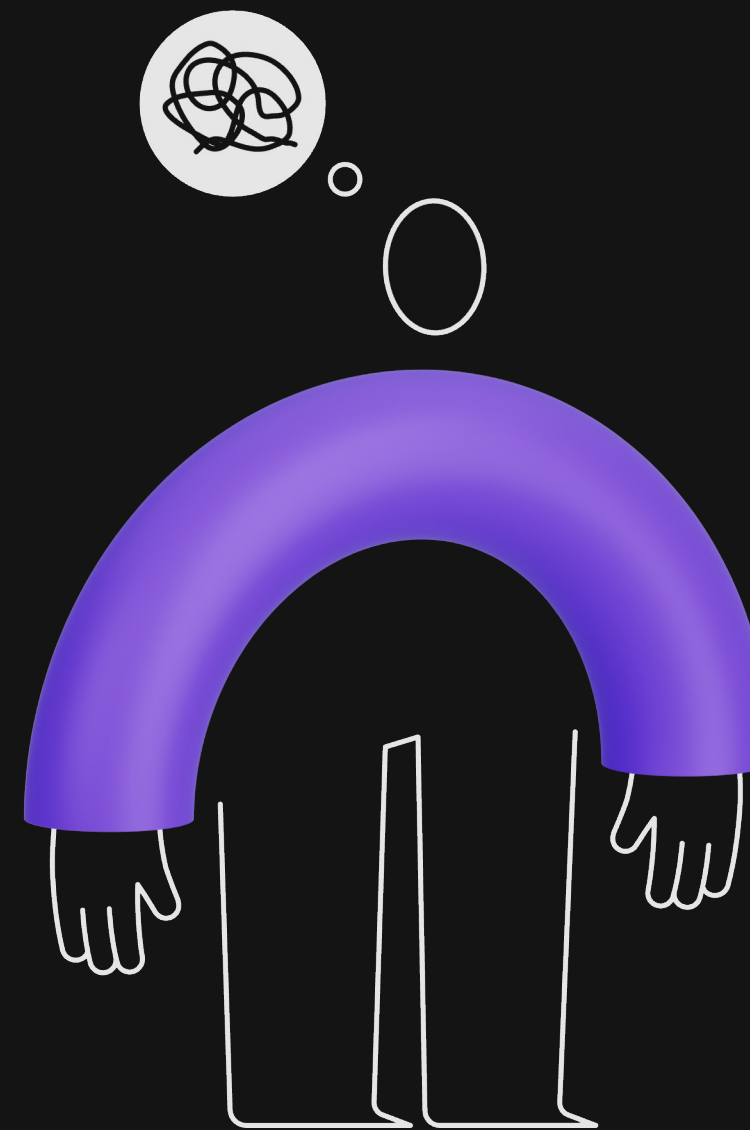
Статистика очков в первых 5 матчах сезона

	1	2	3	4	5
Леброн Джеймс	15	10	25	20	30
Стефен Карри	20	30	30	15	15
Кевин Дюрант	10	20	15	25	20

$$X_i \sim N(\mu_i; \sigma^2)$$

Количество очков баскетболиста  $i$  в каждом матче.  
Нормальная случайная величина с мат. ожиданием  $\mu_i$   
(уровень игрока) и дисперсией  $\sigma^2$  (разброс)

Сколько очков наберет каждый баскетболист в следующем матче?



# Пример: NBA

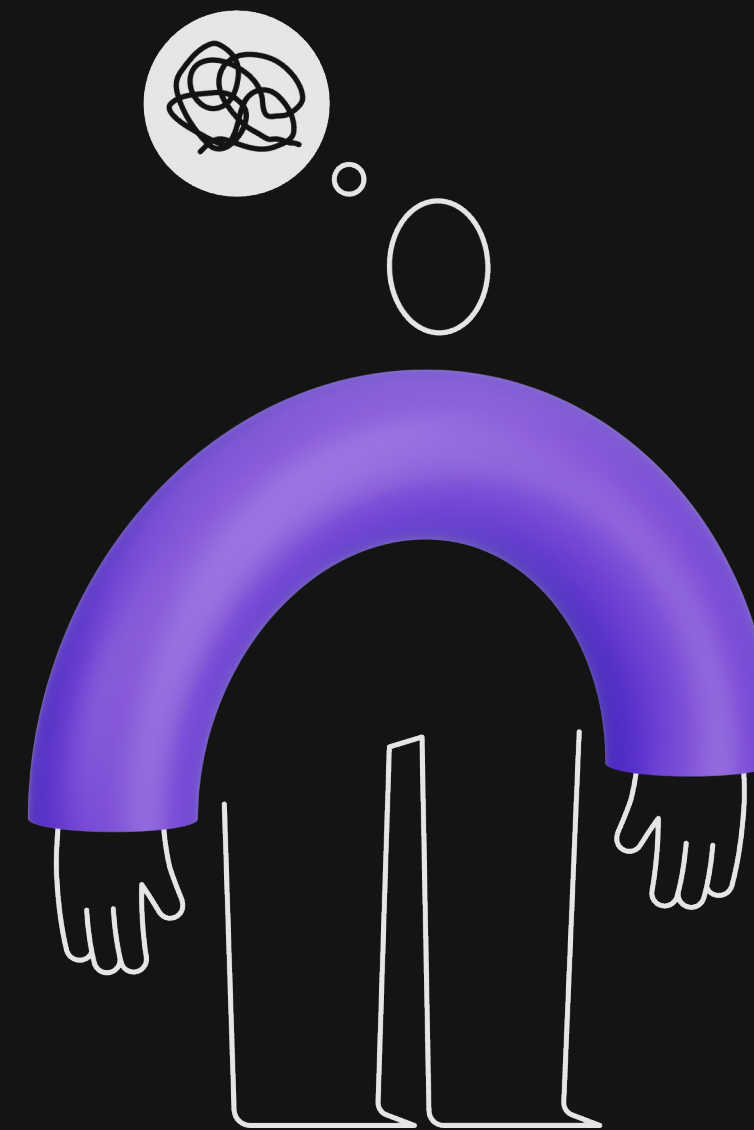
Статистика очков в первых 5 матчах сезона

	1	2	3	4	5
Леброн Джеймс	15	10	25	20	30
Стефен Карри	20	30	30	15	15
Кевин Дюрант	10	20	15	25	20

$$X_i \sim N(\mu_i; \sigma^2)$$

Количество очков баскетболиста  $i$  в каждом матче.  
Нормальная случайная величина с мат. ожиданием  $\mu_i$   
(уровень игрока) и дисперсией  $\sigma^2$  (разброс)

Сколько очков наберет каждый баскетболист в следующем матче?



Штраф за ошибку:

$$\begin{aligned} &(y_1 - \widehat{y}_1)^2 \\ &+ \\ &(y_2 - \widehat{y}_2)^2 \\ &+ \\ &(y_3 - \widehat{y}_3)^2 \end{aligned}$$

# Пример: NBA

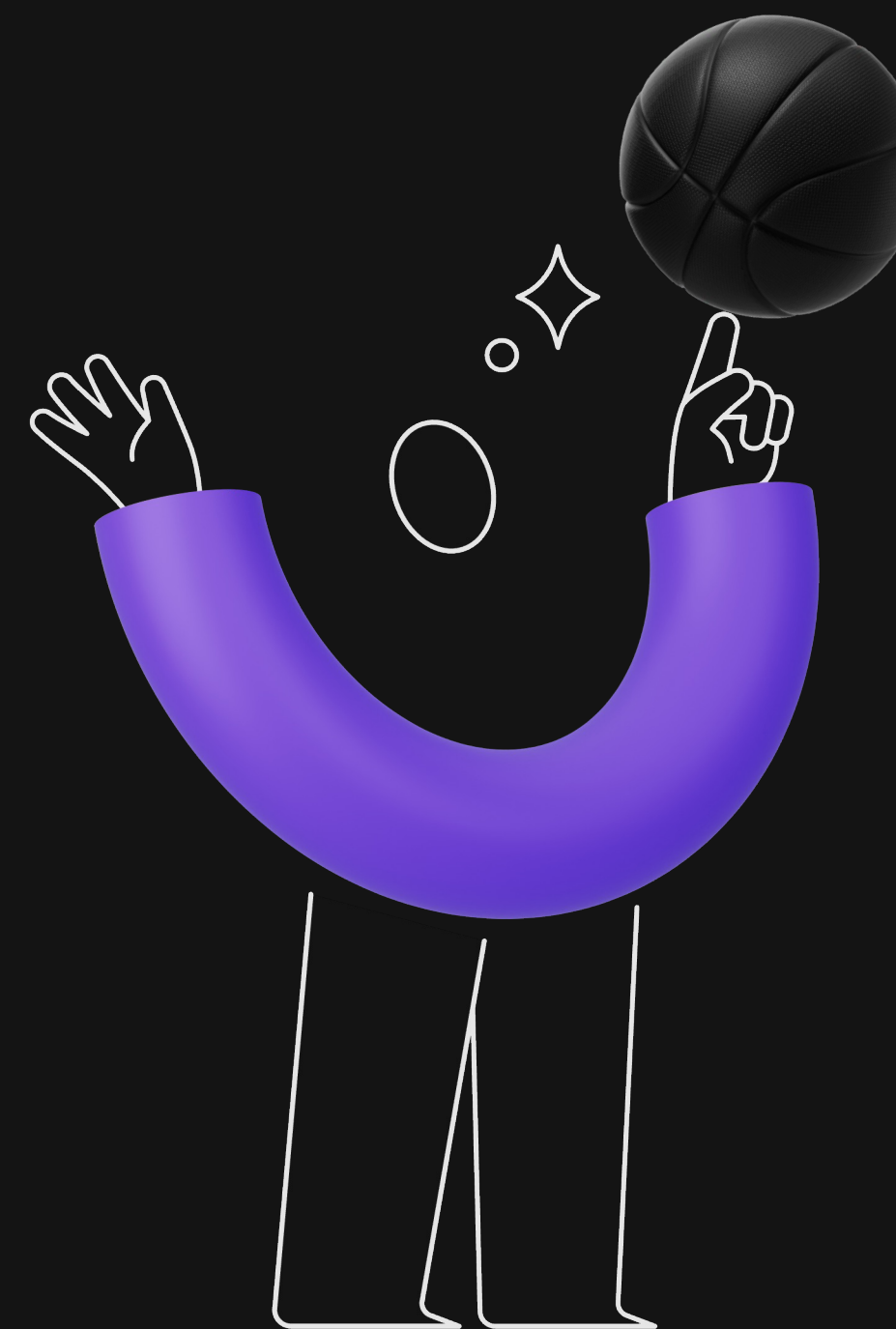
Статистика очков в первых 5 матчах сезона

	1	2	3	4	5
Леброн Джеймс	15	10	25	20	30
Стефен Карри	20	30	30	15	15
Кевин Дюрант	10	20	15	25	20

$$X_i \sim N(\mu_i; \sigma^2)$$

Количество очков баскетболиста  $i$  в каждом матче.  
Нормальная случайная величина с мат. ожиданием  $\mu_i$   
(уровень игрока) и дисперсией  $\sigma^2$  (разброс)

Сколько очков наберет каждый баскетболист в следующем матче?



Джеймс 20  
Карри 22  
Дюрант 18

# Пример: NBA

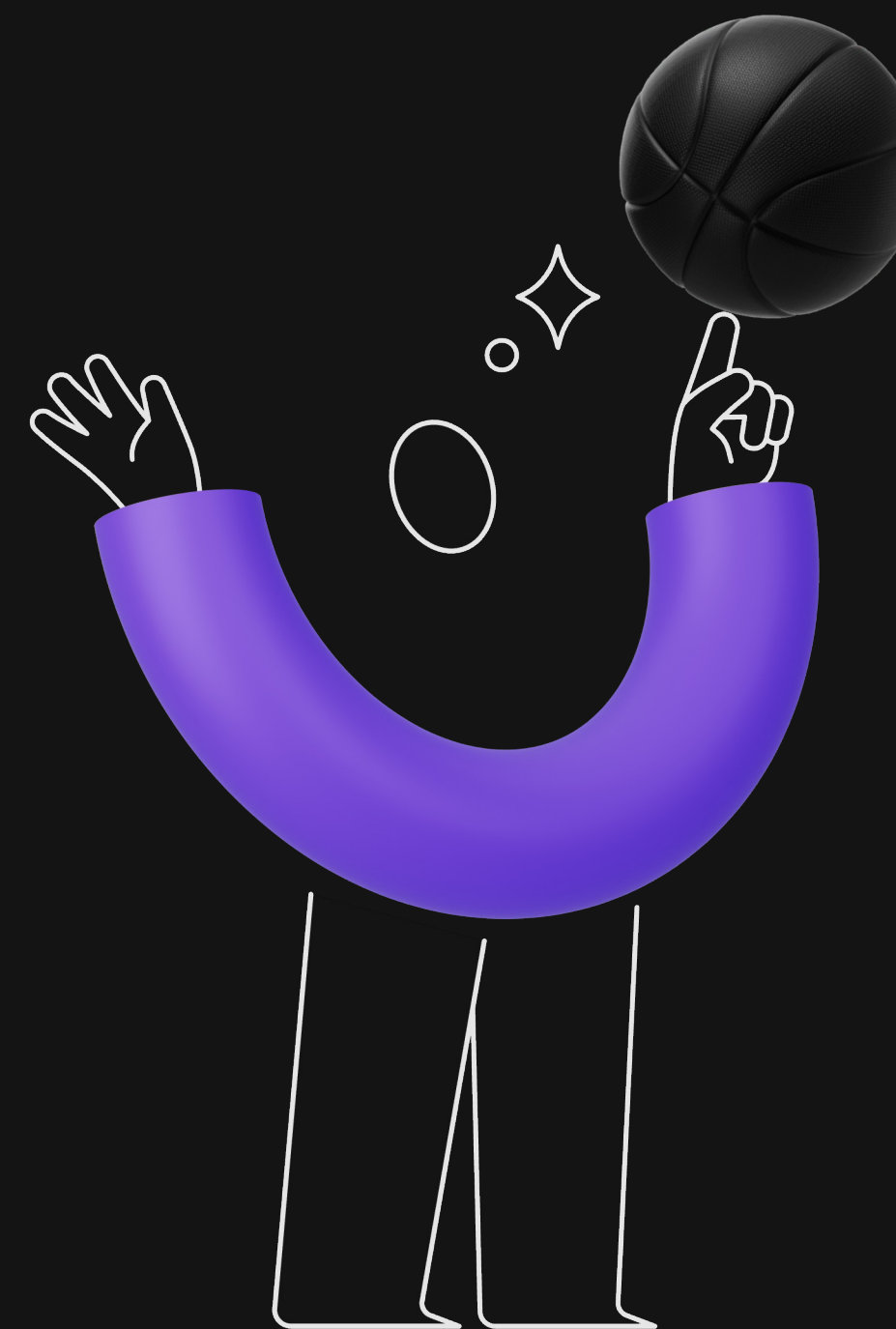
Статистика очков в первых 5 матчах сезона

	1	2	3	4	5
Леброн Джеймс	15	10	25	20	30
Стефен Карри	20	30	30	15	15
Кевин Дюрант	10	20	15	25	20

$$X_i \sim N(\mu_i; \sigma^2)$$

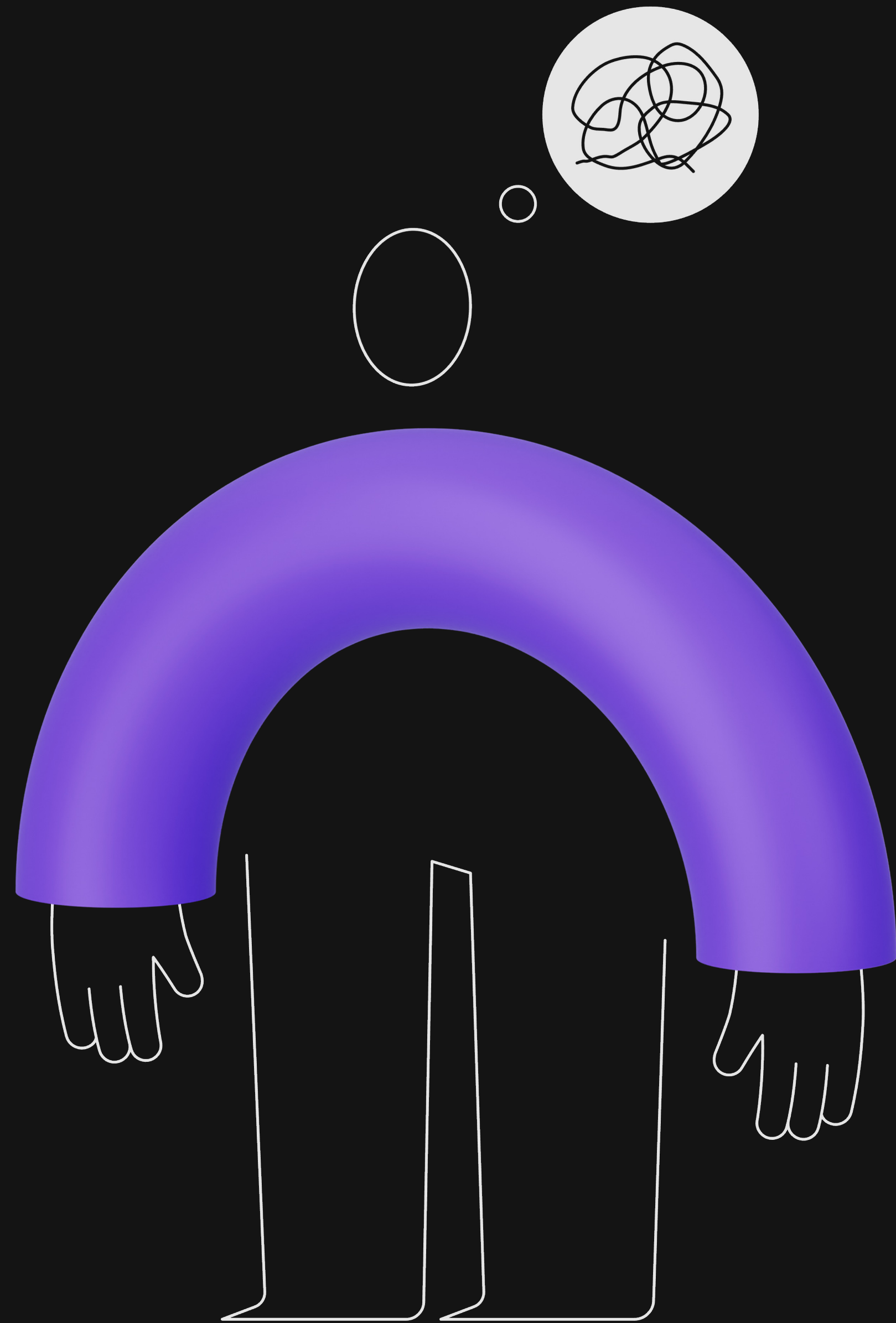
Количество очков баскетболиста  $i$  в каждом матче.  
Нормальная случайная величина с мат. ожиданием  $\mu_i$   
(уровень игрока) и дисперсией  $\sigma^2$  (разброс)

Сколько очков наберет каждый баскетболист в следующем матче?

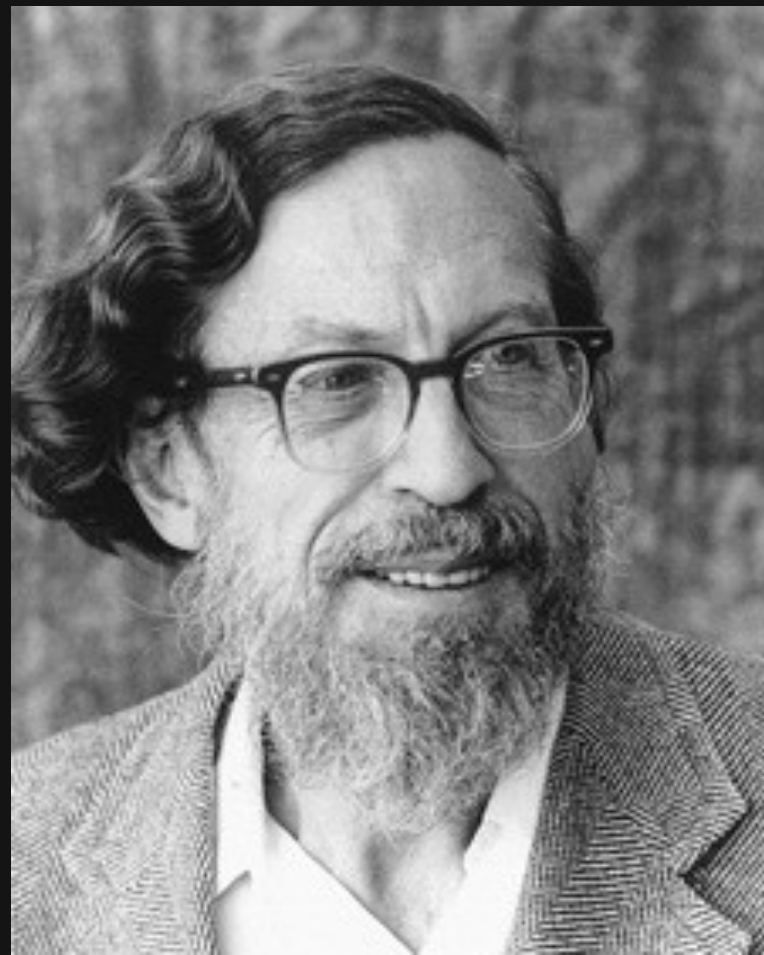


Джеймс 20  
Карри 22  
Дюрант 18

Можно сделать лучше!



# James-Stein Estimator



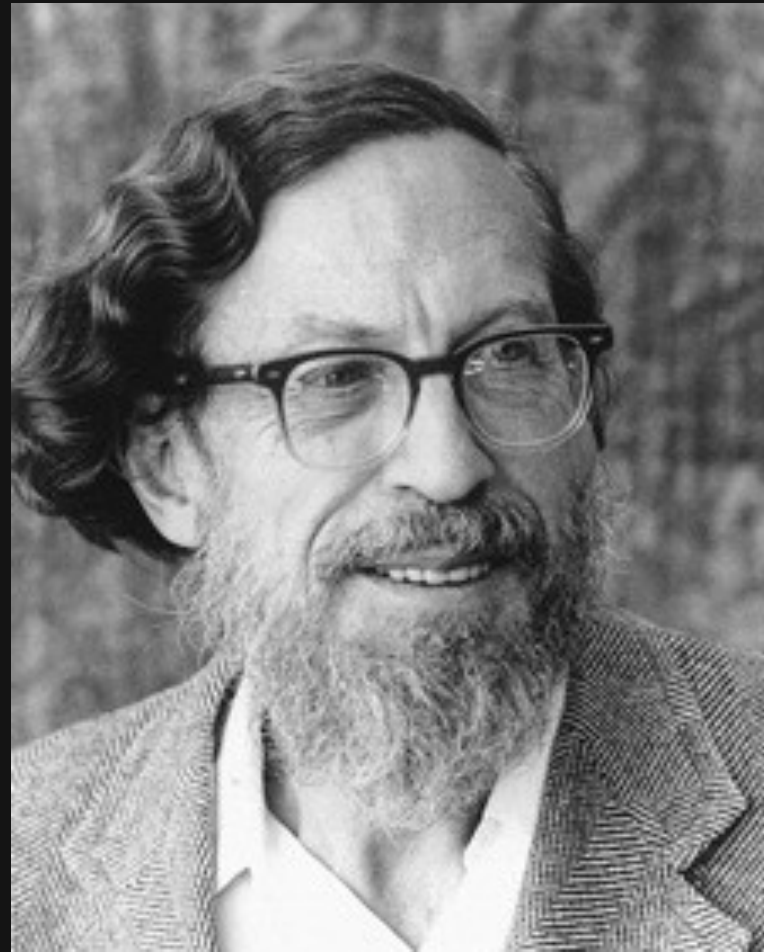
Charles Stein

Выборочное среднее перестает быть оптимальным при  $n \geq 3$



Willard James

# James-Stein Estimator



Charles Stein



Willard James

Выборочное среднее перестает быть оптимальным при  $n \geq 3$

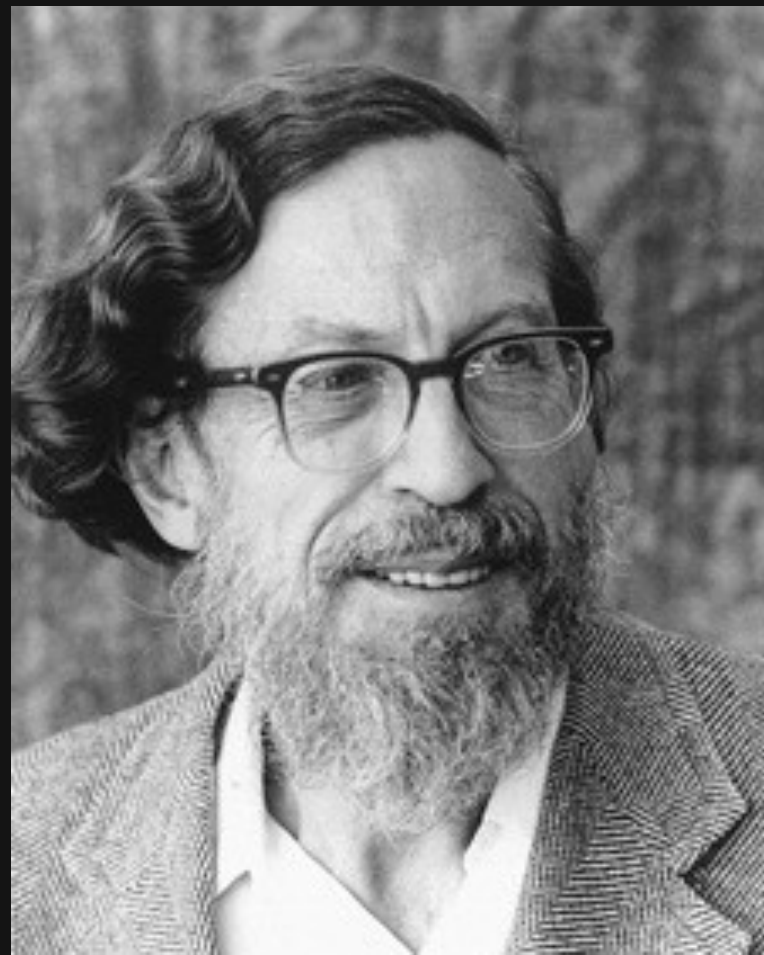
$$\hat{\theta}_i^{JS} = \bar{X} + \left( 1 - \frac{(k-2)\sigma^2}{\sum_{j=1}^k (X_j - \bar{X})^2} \right) (X_i - \bar{X})$$

$X_i$  — среднее по игроку  $i$

$\bar{X}$  — общее среднее по всем игрокам

$\hat{\theta}_i^{JS}$  — предсказание для игрока  $i$

# James-Stein Estimator



Charles Stein



Willard James

Выборочное среднее перестает быть оптимальным при  $n \geq 3$

$$\hat{\theta}_i^{JS} = \bar{X} + \left( 1 - \frac{(k-2)\sigma^2}{\sum_{j=1}^k (X_j - \bar{X})^2} \right) (X_i - \bar{X})$$

$X_i$  — среднее по игроку  $i$

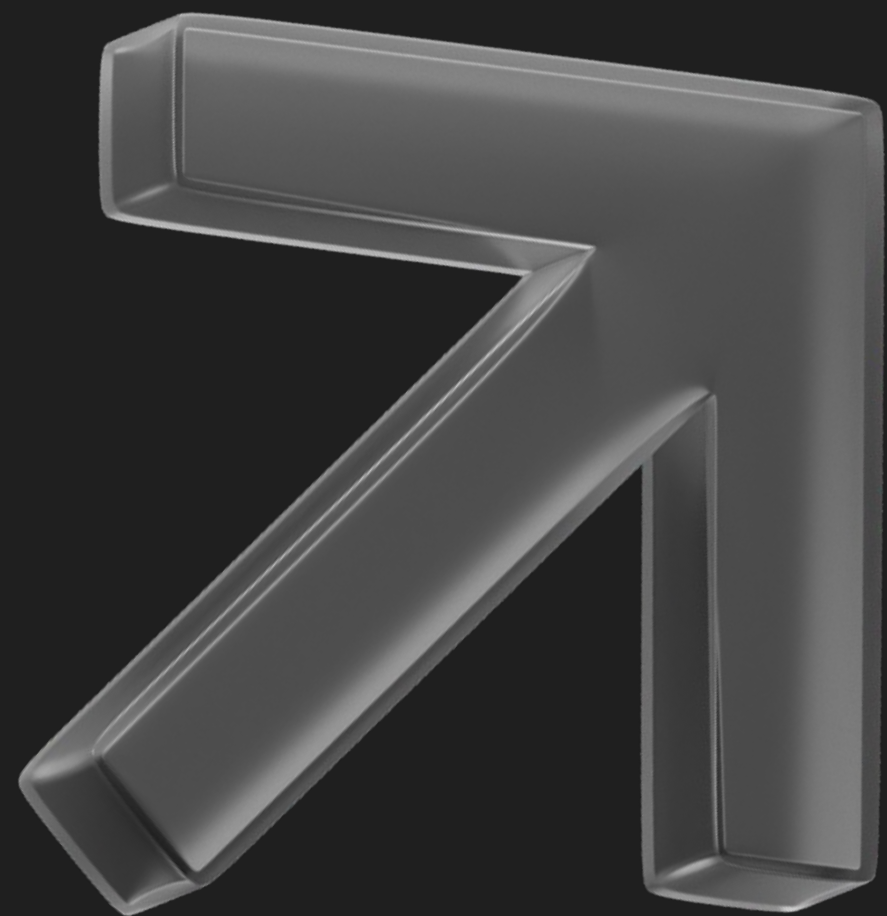
$\bar{X}$  — общее среднее по всем игрокам

$\hat{\theta}_i^{JS}$  — предсказание для игрока  $i$

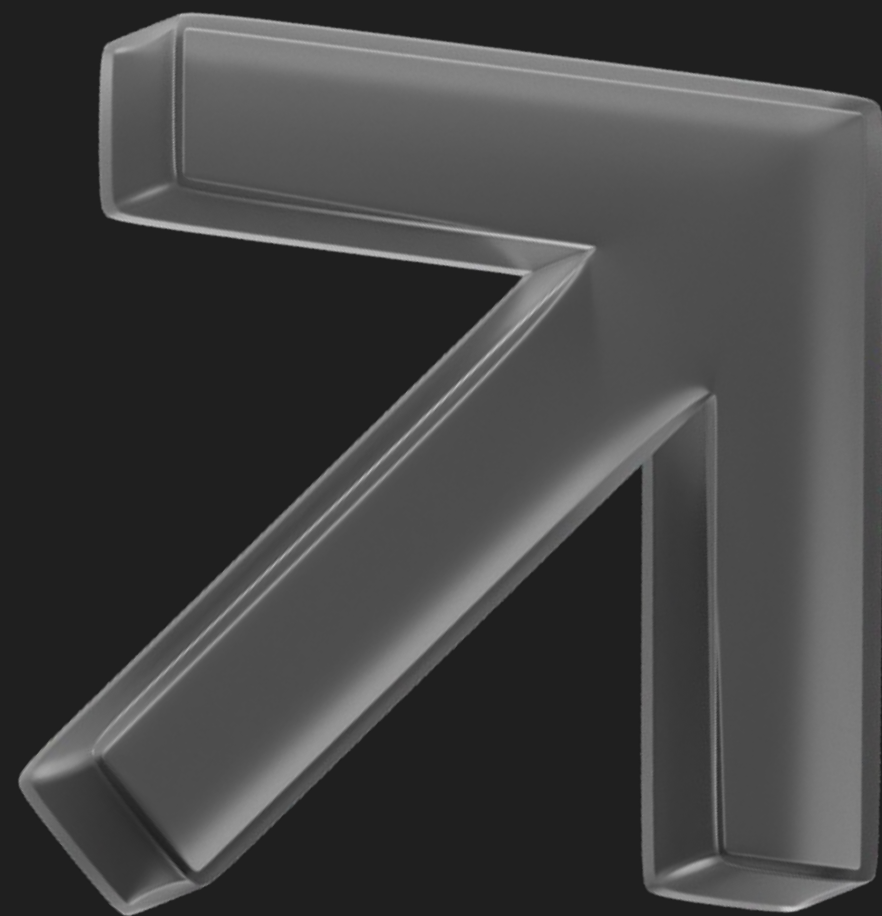
ИДЕЯ

Корректируем предсказание каждого игрока в сторону общего среднего!

Как понять, что нельзя  
сделать еще лучше?



Как понять, что нельзя  
сделать еще лучше?



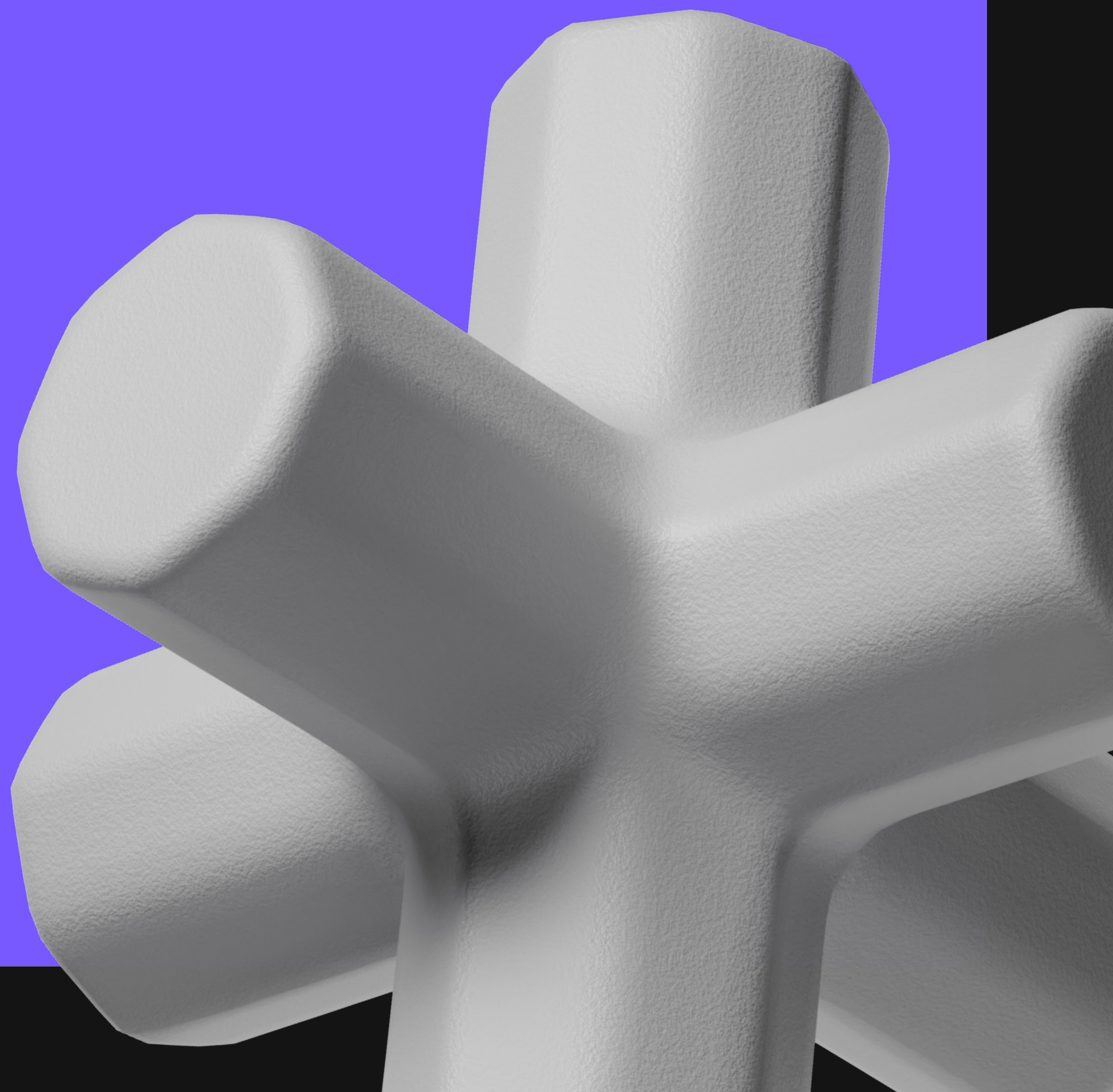
Огромная теория нижних  
оценок!



ПАРАДОКС 2

# Байесовская сыворотка правды

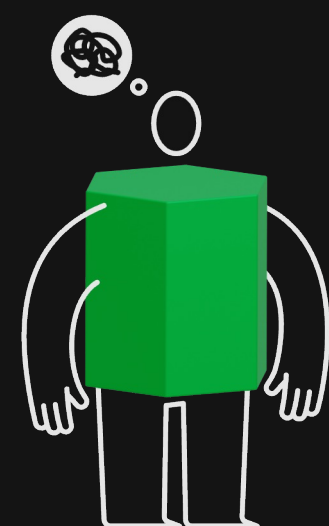
Prelec, D. (2004) A Bayesian truth serum for subjective data



# Будет ли завтра дождь



# Будет ли завтра дождь



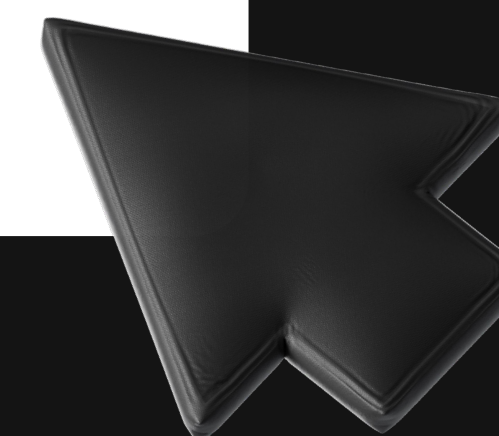
Отвечу случайно —  
какая мне разница?

# Будет ли завтра дождь



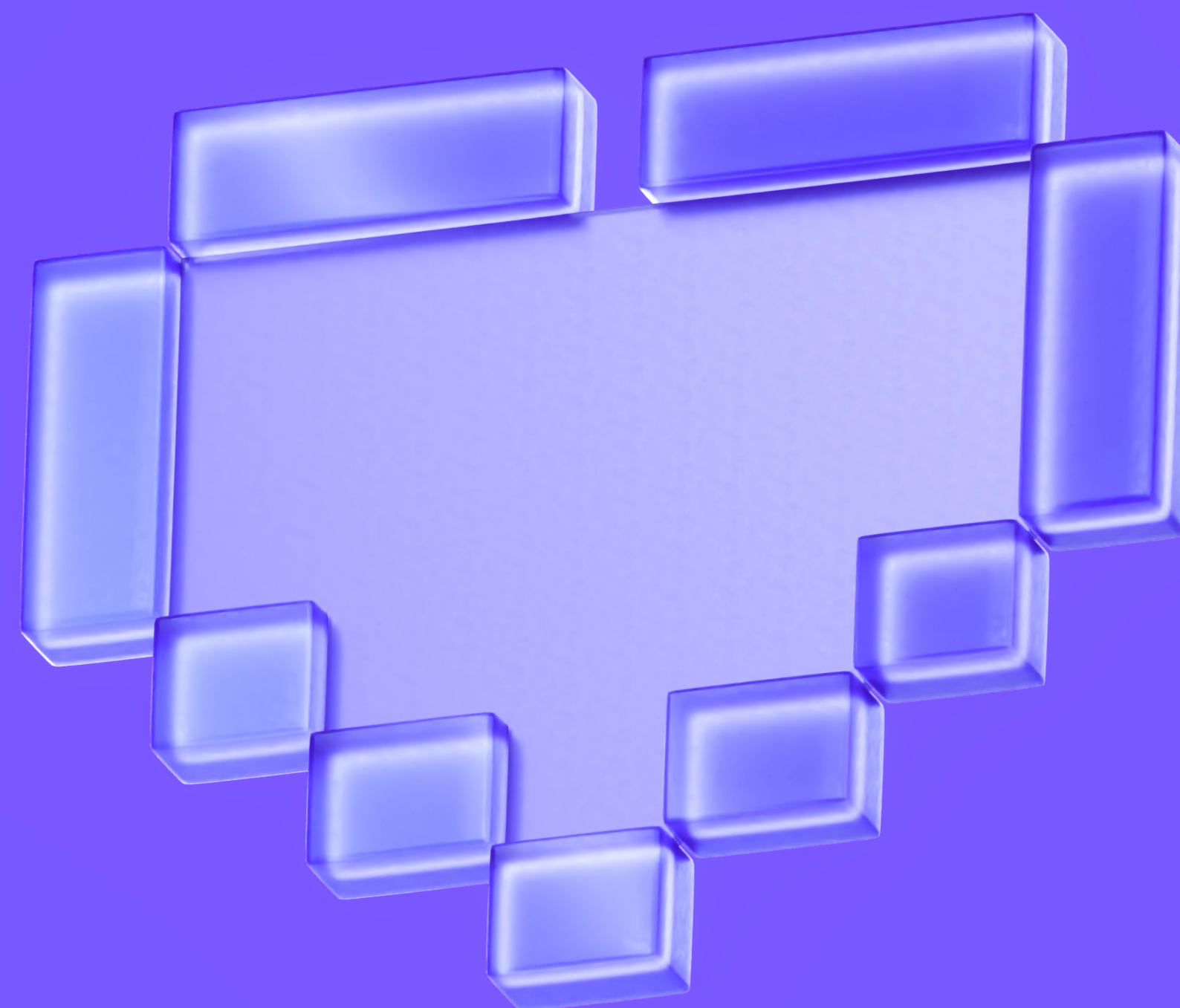
Отвечу случайно —  
какая мне разница?

Как мотивировать эксперта  
дать правильный ответ?



ИДЕЯ

**Нам нужно поощрить эксперта  
за точность прогноза**

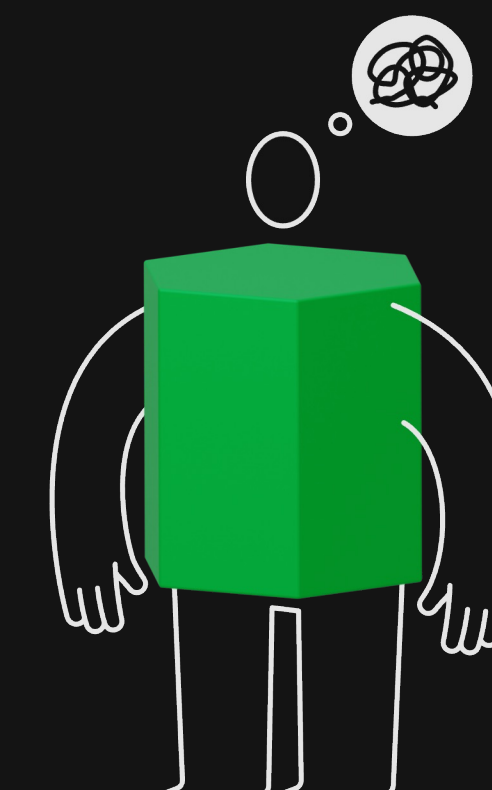


# Будет ли завтра дождь



## Сыворотка правды

Событие	Выплата, руб.
Эксперт угадал	1
Эксперт не угадал	0

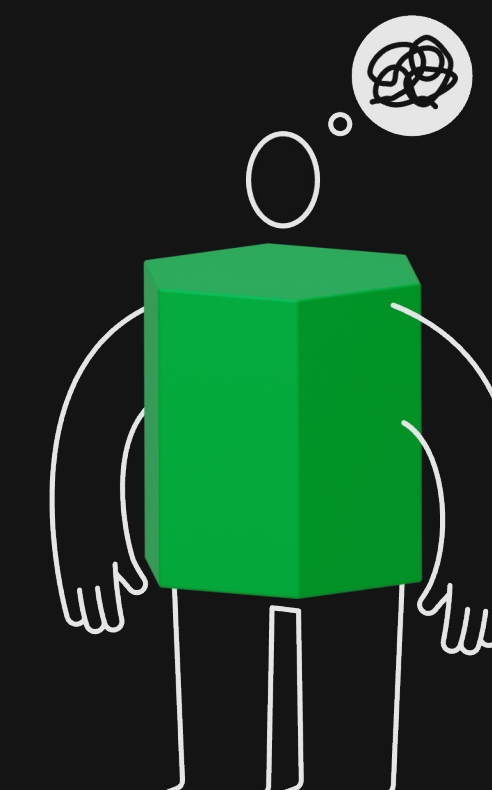


# Будет ли завтра дождь



## Сыворотка правды

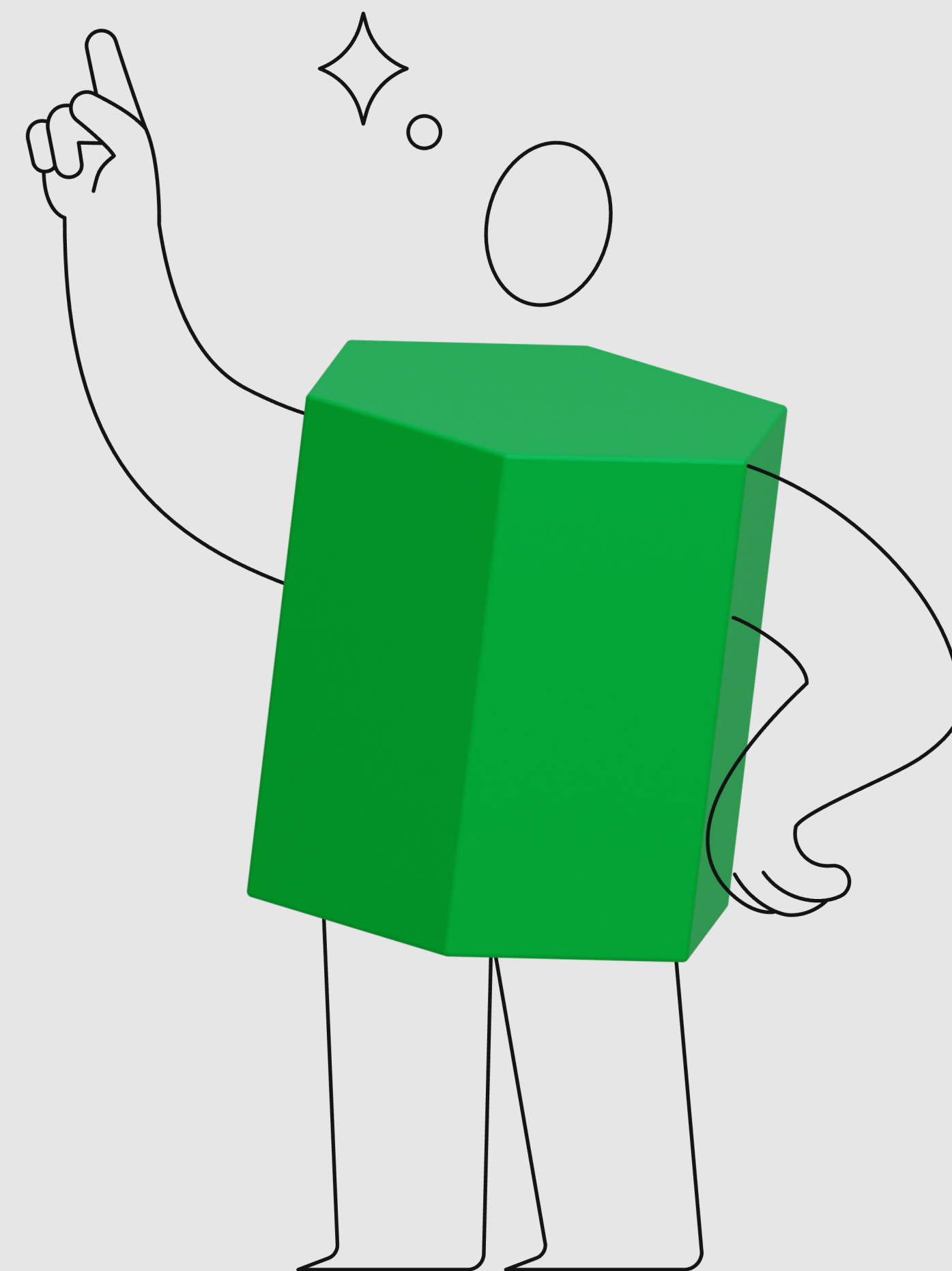
Событие	Выплата, руб.
Эксперт угадал	1
Эксперт не угадал	0



Мне выгодно ответить точно!

LEVEL 2

Средний



**С какой вероятностью  
завтра пойдет дождь?**



# С какой вероятностью завтра пойдет дождь?

$p^*$

– реальная вероятность дождя:  $[0, 1]$

$p$

– предсказание эксперта:  $[0, 1]$



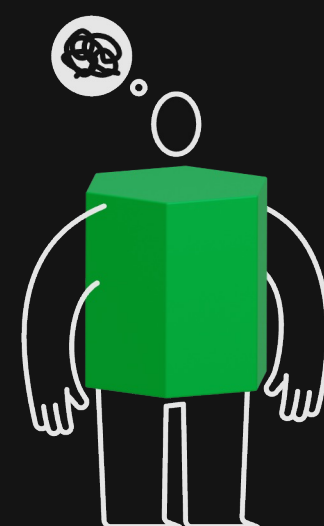
# С какой вероятностью завтра пойдет дождь?

$p^*$

– реальная вероятность дождя:  $[0, 1]$

$p$

– предсказание эксперта:  $[0, 1]$



Они никогда не узнают реальной вероятности  $p^*$ , поэтому можно ответить наобум – 0.5!



# С какой вероятностью завтра пойдет дождь?



$p^*$

– реальная вероятность дождя:  $[0, 1]$

$p$

– предсказание эксперта:  $[0, 1]$



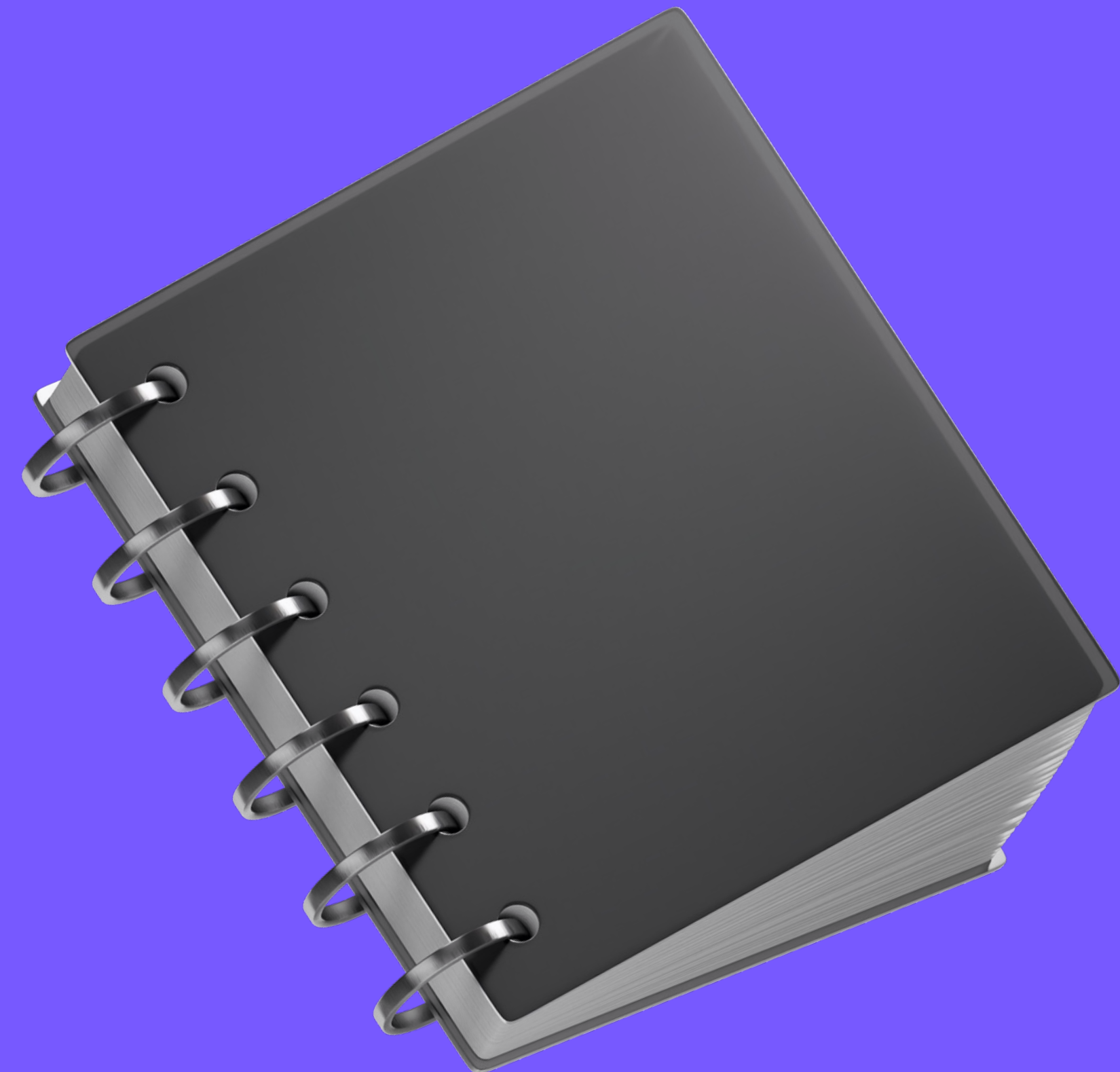
Они никогда не узнают реальной вероятности  $p^*$ , поэтому можно ответить наобум – 0.5!

Как мотивировать эксперта  
дать правильный ответ?

ИДЕЯ

Вспоминаем  
про математическое ожидание

$$\mathbb{E}[X] = \sum_i x_i p_i$$



# С какой вероятностью завтра пойдет дождь?

$p^*$

– реальная вероятность дождя:  $[0, 1]$

$p$

– предсказание эксперта:  $[0, 1]$



# С какой вероятностью завтра пойдет дождь?

$p^*$

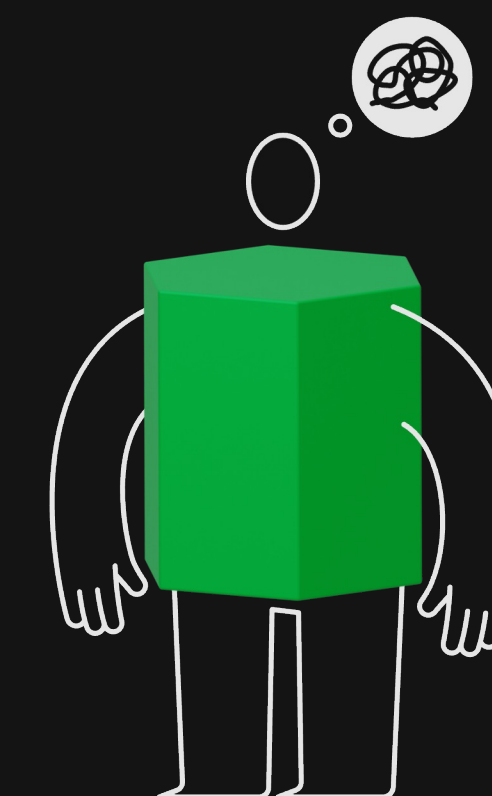
– реальная вероятность дождя:  $[0, 1]$

$p$

– предсказание эксперта:  $[0, 1]$

## Сыворотка правды

Событие	Выплата, руб.
Дождя нет	$1 - p^2$
Дождь есть	$2p - p^2$



# С какой вероятностью завтра пойдет дождь?

$p^*$

– реальная вероятность дождя:  $[0, 1]$

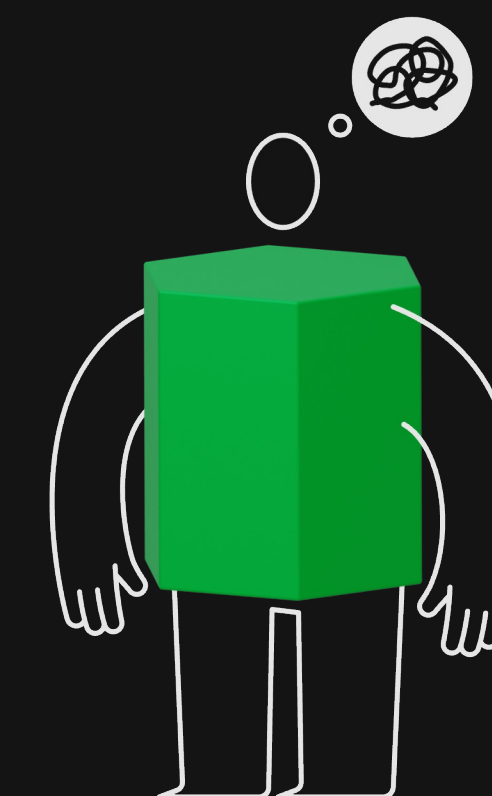
$p$

– предсказание эксперта:  $[0, 1]$

## Сыворотка правды

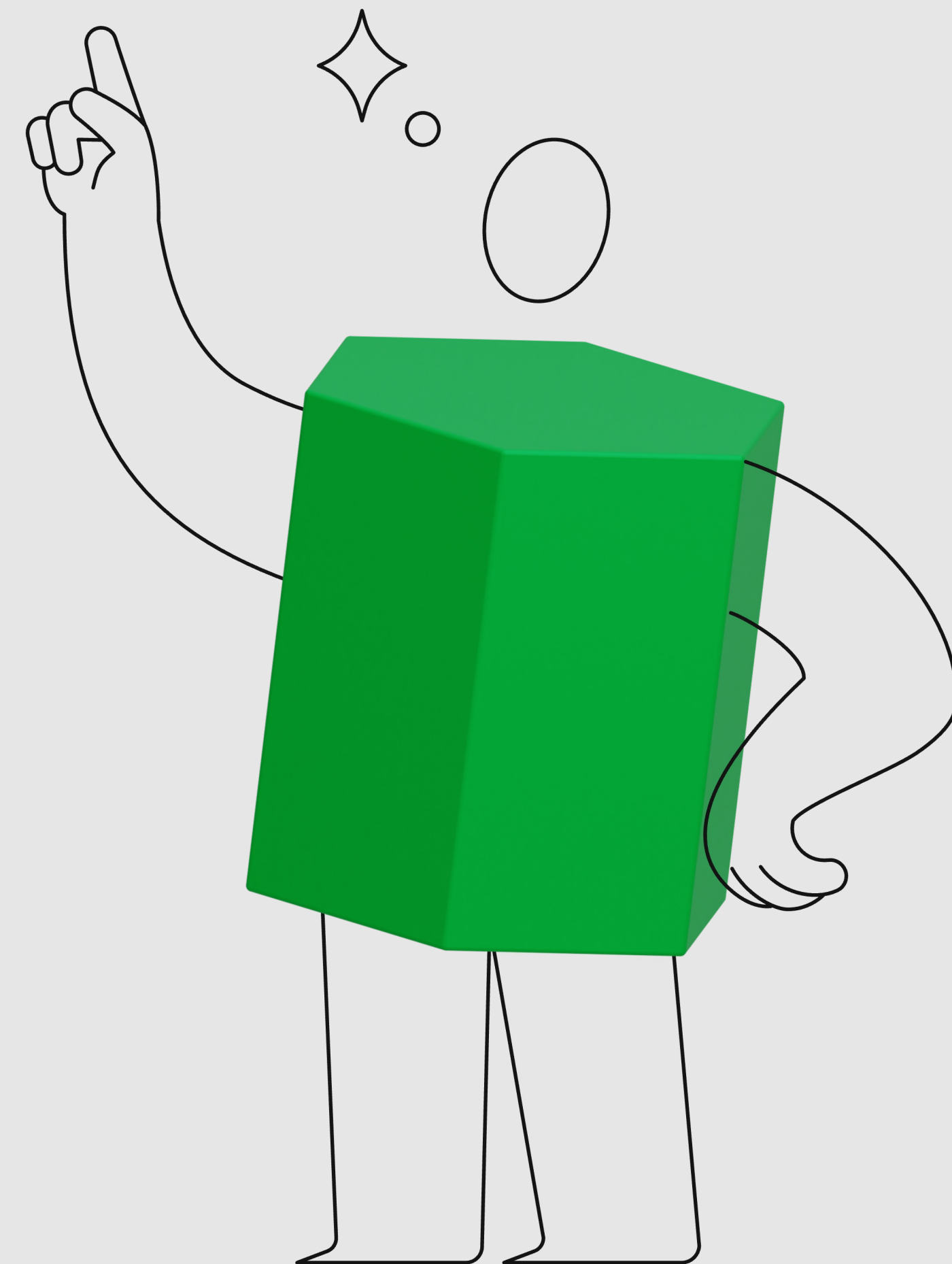
Событие	Выплата, руб.
Дождя нет	$1 - p^2$
Дождь есть	$2p - p^2$

Мне выгодно ответить точно!



LEVEL 3

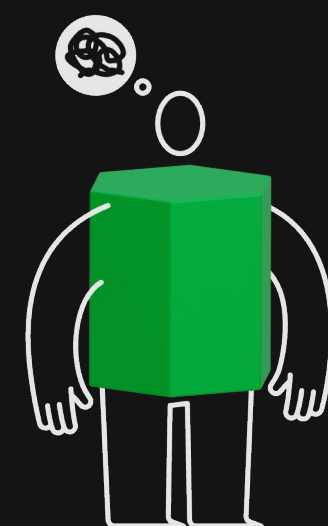
СЛОЖНЫЙ



**Любишь  
ли ты дождь?**

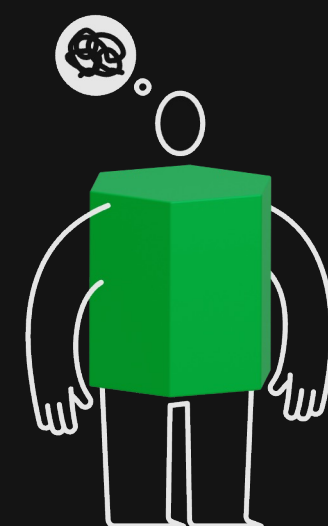


# Любишь ли ты дождь?



Они никогда не узнают,  
люблю ли я дождь на самом деле!

# Любишь ли ты дождь?



Они никогда не узнают,  
люблю ли я дождь на самом деле!

## Приложение

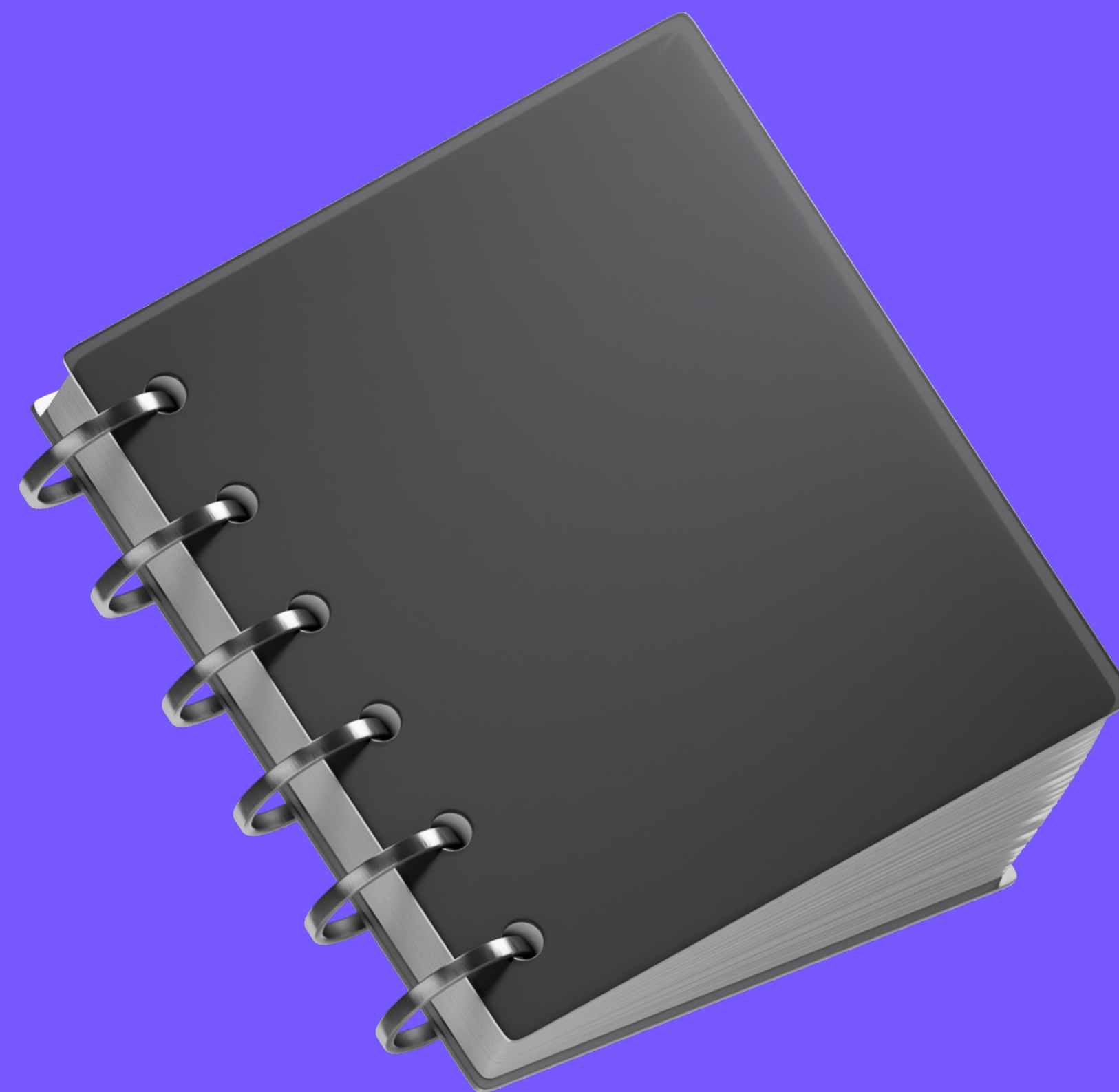
Честность участников социологических опросов:

- За кого вы голосовали на выборах?
- Нравится ли вам компания X?
- Списывали ли вы в домашнем задании?

ИДЕЯ

Применим  
теорему Байеса

$$P(A|B) = \frac{P(B|A) \cdot P(A)}{P(B)}$$



Следствие теоремы № 1



**Если вы любите дождь,  
вы переоцениваете долю тех,  
кто тоже любит дождь**

Следствие теоремы № 2



**Вы можете ожидать, что общество  
недооценивает реальную  
популярность вашего мнения**

ЧАСТЬ 1



# Дизайн социологического опроса

# Дизайн социологического опроса

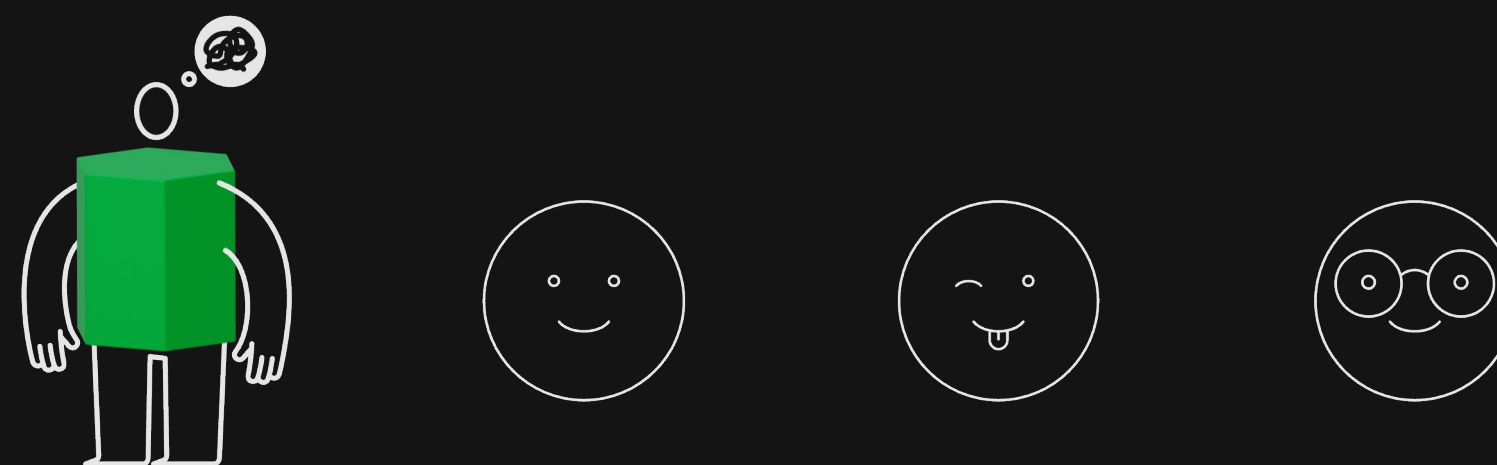


Ты любишь  
дождь?

Да

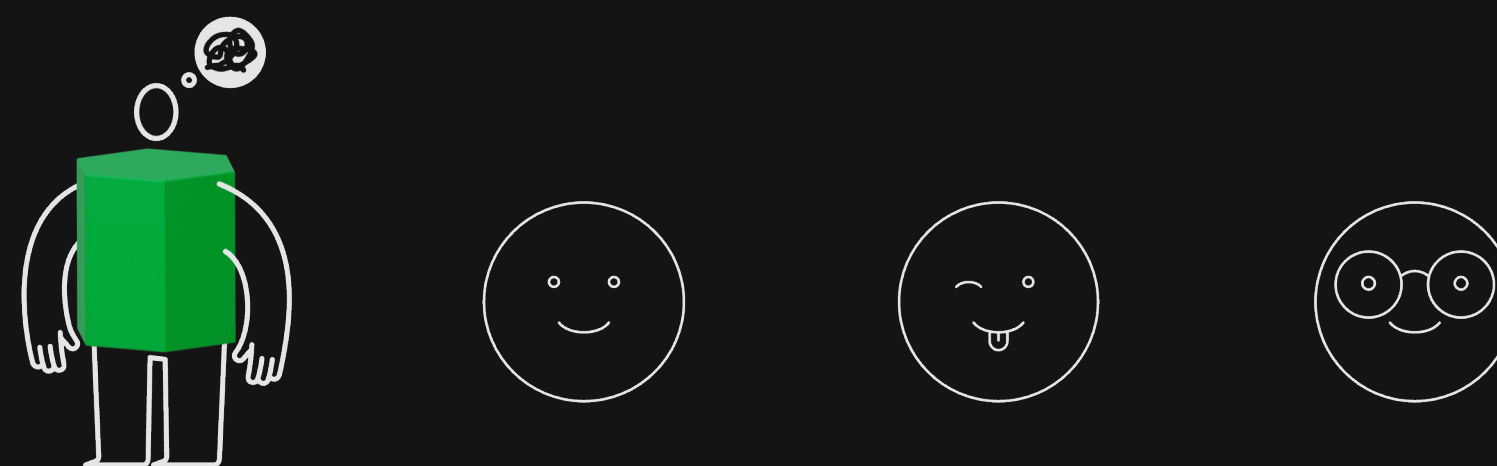
Нет

# Дизайн социологического опроса



Ты любишь дождь?	Да	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Нет		<input type="checkbox"/>	

# Дизайн социологического опроса



Дополнительный вопрос

Ты любишь дождь?	Да	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Нет		<input type="checkbox"/>	
Другие люди любят дождь?	Доля людей, которые <b>любят</b> дождь			
	Доля людей, которые <b>не любят</b> дождь			

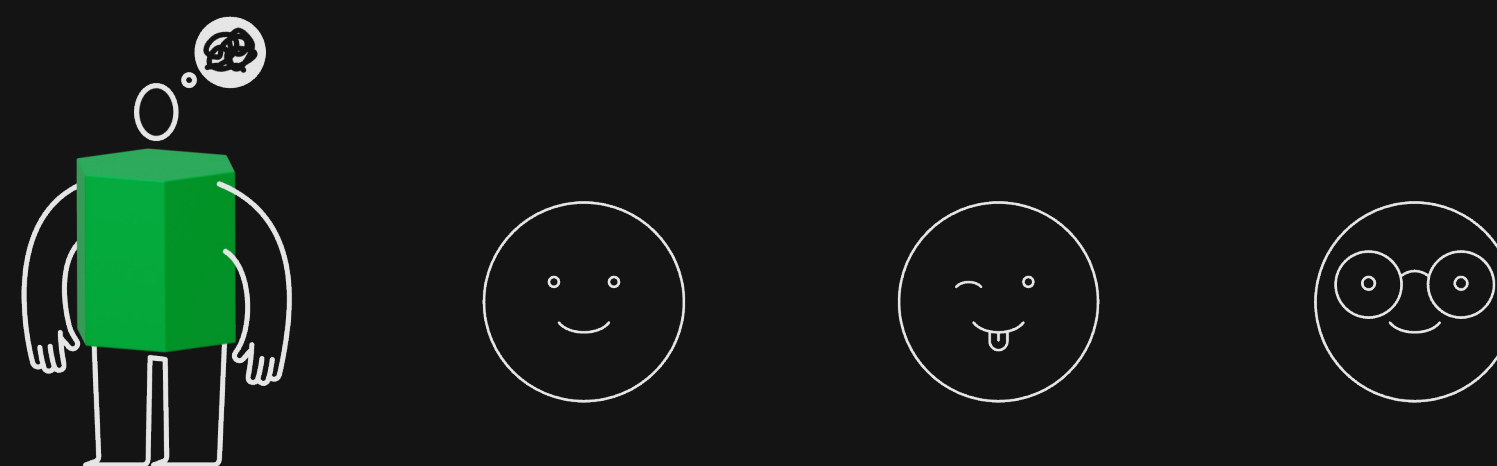
# Дизайн социологического опроса



Дополнительный вопрос

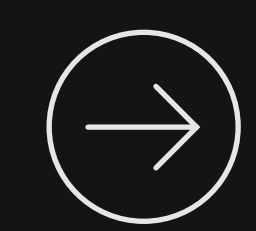
Ты любишь дождь?	Да	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Нет	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Другие люди любят дождь?	Доля людей, которые <b>любят</b> дождь	70%	65%	70%	75%
	Доля людей, которые <b>не любят</b> дождь	30%	35%	30%	25%

# Дизайн социологического опроса



Дополнительный вопрос

Ты любишь дождь?	Да	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Нет	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Другие люди любят дождь?	Доля людей, которые <b>любят</b> дождь	70%	65%	70%	75%
	Доля людей, которые <b>не любят</b> дождь	30%	35%	30%	25%

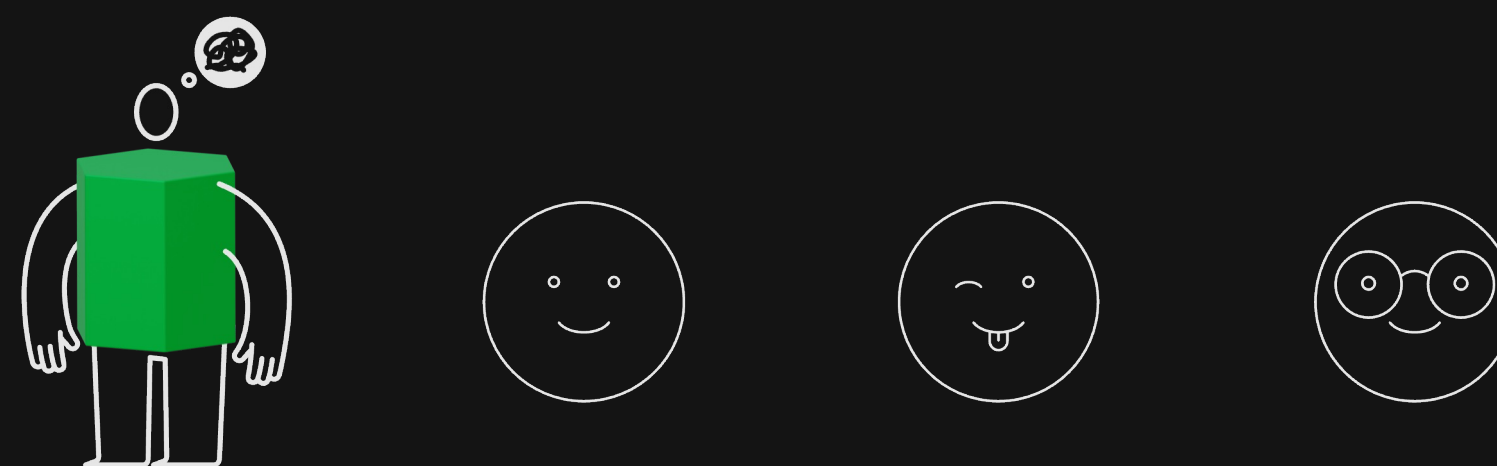


## Результаты опроса

Реальная доля «Да» 75%

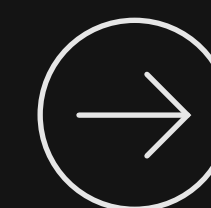
Реальная доля «Нет» 25%

# Дизайн социологического опроса



Дополнительный вопрос

Ты любишь дождь?	Да	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Нет	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Другие люди любят дождь?	Доля людей, которые <b>любят</b> дождь	70%	65%	70%	75%
	Доля людей, которые <b>не любят</b> дождь	30%	35%	30%	25%



## Результаты опроса

Реальная доля «Да»	75%
Реальная доля «Нет»	25%
Предсказанная доля «Да»	70%
Предсказанная доля «Нет»	30%

# Сыворотка правды

## Результаты опроса

---

Реальная доля «Да» 75%

---

Реальная доля «Нет» 25%

---

Предсказанная доля «Да» 70%

---

Предсказанная доля «Нет» 30%

---

# Сыворотка правды

## Результаты опроса

---

Реальная доля «Да» 75%

---

Реальная доля «Нет» 25%

---

Предсказанная доля «Да» 70%

---

Предсказанная доля «Нет» 30%

---

## Механизм оплаты

Участник получает выплату, если реальная популярность его мнения выше, чем предсказанная!

## ЧАСТЬ 2

# Сыворотка правды

### Результаты опроса

Реальная доля «Да» 75%

Реальная доля «Нет» 25%

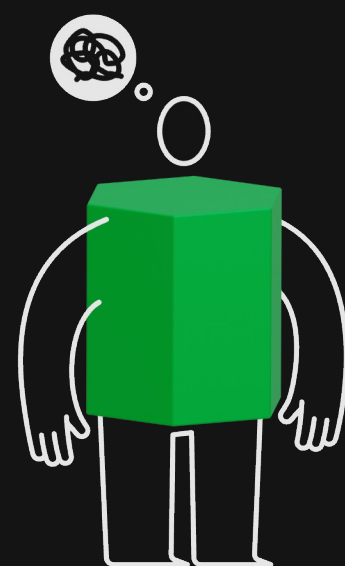
Предсказанная доля «Да» 70%

Предсказанная доля «Нет» 30%

### Механизм оплаты

Участник получает выплату, если реальная популярность его мнения выше, чем предсказанная!

### Пример 1



«Я люблю дождь!»

# Сыворотка правды

## Результаты опроса

Реальная доля «Да» 75%

Реальная доля «Нет» 25%

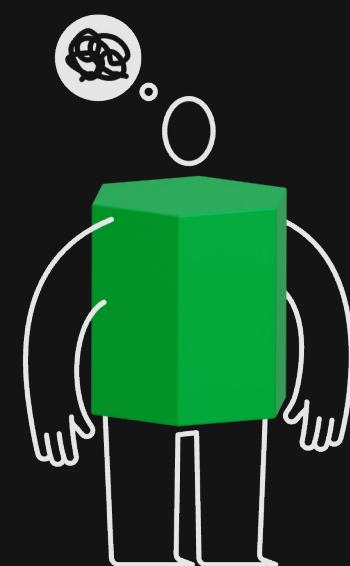
Предсказанная доля «Да» 70%

Предсказанная доля «Нет» 30%

## Механизм оплаты

Участник получает выплату, если реальная популярность его мнения выше, чем предсказанная!

## Пример 1



«Я люблю дождь!»

Реальная популярность

75%

# Сыворотка правды

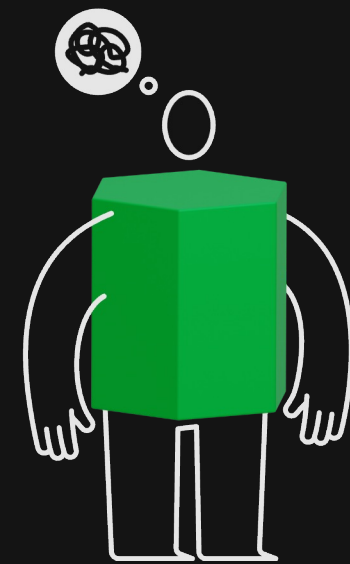
## Результаты опроса

Реальная доля «Да»	75%
Реальная доля «Нет»	25%
Предсказанная доля «Да»	70%
Предсказанная доля «Нет»	30%

## Механизм оплаты

Участник получает выплату, если реальная популярность его мнения выше, чем предсказанная!

## Пример 1



«Я люблю дождь!»

Реальная популярность	75%
Предсказанная популярность	70%

# Сыворотка правды

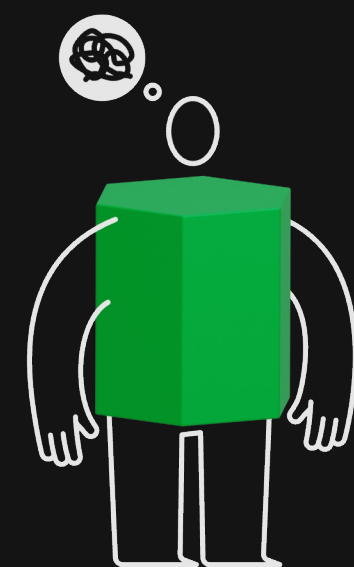
## Результаты опроса

Реальная доля «Да»	75%
Реальная доля «Нет»	25%
Предсказанная доля «Да»	70%
Предсказанная доля «Нет»	30%

## Механизм оплаты

Участник получает выплату, если реальная популярность его мнения выше, чем предсказанная!

### Пример 1



«Я люблю дождь!»

Реальная популярность	75%
Предсказанная популярность	70%



Участник получает выплату

# Сыворотка правды

## Результаты опроса

---

Реальная доля «Да» 75%

---

Реальная доля «Нет» 25%

---

Предсказанная доля «Да» 70%

---

Предсказанная доля «Нет» 30%

---

## Механизм оплаты

Участник получает выплату, если реальная популярность его мнения выше, чем предсказанная!

# Сыворотка правды

## Результаты опроса

Реальная доля «Да» 75%

Реальная доля «Нет» 25%

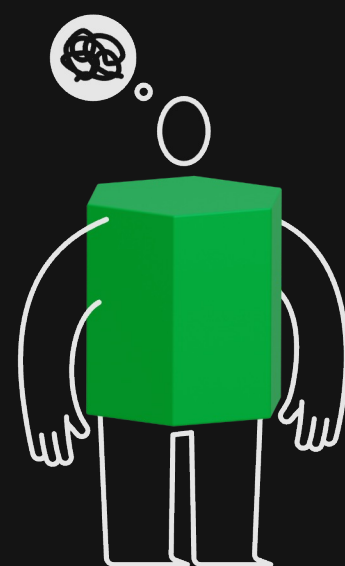
Предсказанная доля «Да» 70%

Предсказанная доля «Нет» 30%

## Механизм оплаты

Участник получает выплату, если реальная популярность его мнения выше, чем предсказанная!

## Пример 2



«Я не люблю дождь!»

# Сыворотка правды

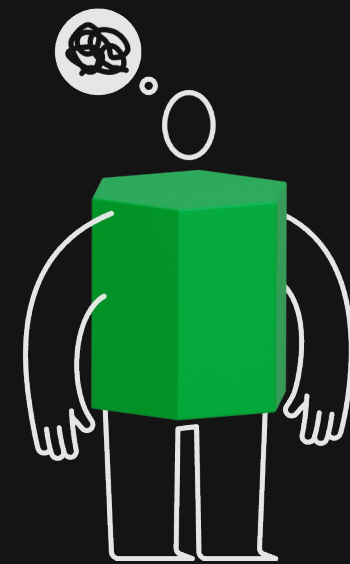
## Результаты опроса

Реальная доля «Да»	75%
Реальная доля «Нет»	25%
Предсказанная доля «Да»	70%
Предсказанная доля «Нет»	30%

## Механизм оплаты

Участник получает выплату, если реальная популярность его мнения выше, чем предсказанная!

## Пример 2



«Я **не люблю** дождь!»

Реальная популярность

25%

# Сыворотка правды

## Результаты опроса

Реальная доля «Да»	75%
Реальная доля «Нет»	25%
Предсказанная доля «Да»	70%
Предсказанная доля «Нет»	30%

## Механизм оплаты

Участник получает выплату, если реальная популярность его мнения выше, чем предсказанная!

## Пример 2



«Я **не люблю** дождь!»

Реальная популярность	25%
Предсказанная популярность	30%

# Сыворотка правды

## Результаты опроса

Реальная доля «Да»	75%
Реальная доля «Нет»	25%
Предсказанная доля «Да»	70%
Предсказанная доля «Нет»	30%

## Механизм оплаты

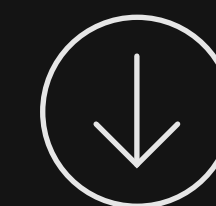
Участник получает выплату, если реальная популярность его мнения выше, чем предсказанная!

## Пример 2



«Я **не люблю** дождь!»

Реальная популярность	25%
Предсказанная популярность	30%



**Участник не получает выплату**

Следствие теоремы № 2



**Вы можете ожидать, что общество  
недооценивает реальную  
популярность вашего мнения**

# Сыворотка правды

## Результаты опроса

---

Реальная доля «Да» 75%

---

Реальная доля «Нет» 25%

---

Предсказанная доля «Да» 70%

---

Предсказанная доля «Нет» 30%

---

## Механизм оплаты

Участник получает выплату, если реальная популярность его мнения выше, чем предсказанная!

# Сыворотка правды

## Результаты опроса

Реальная доля «Да» 75%

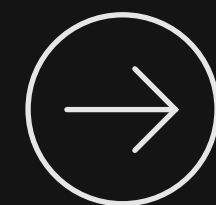
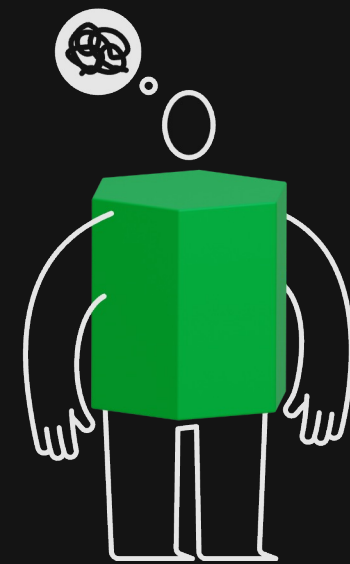
Реальная доля «Нет» 25%

Предсказанная доля «Да» 70%

Предсказанная доля «Нет» 30%

## Механизм оплаты

Участник получает выплату, если реальная популярность его мнения выше, чем предсказанная!



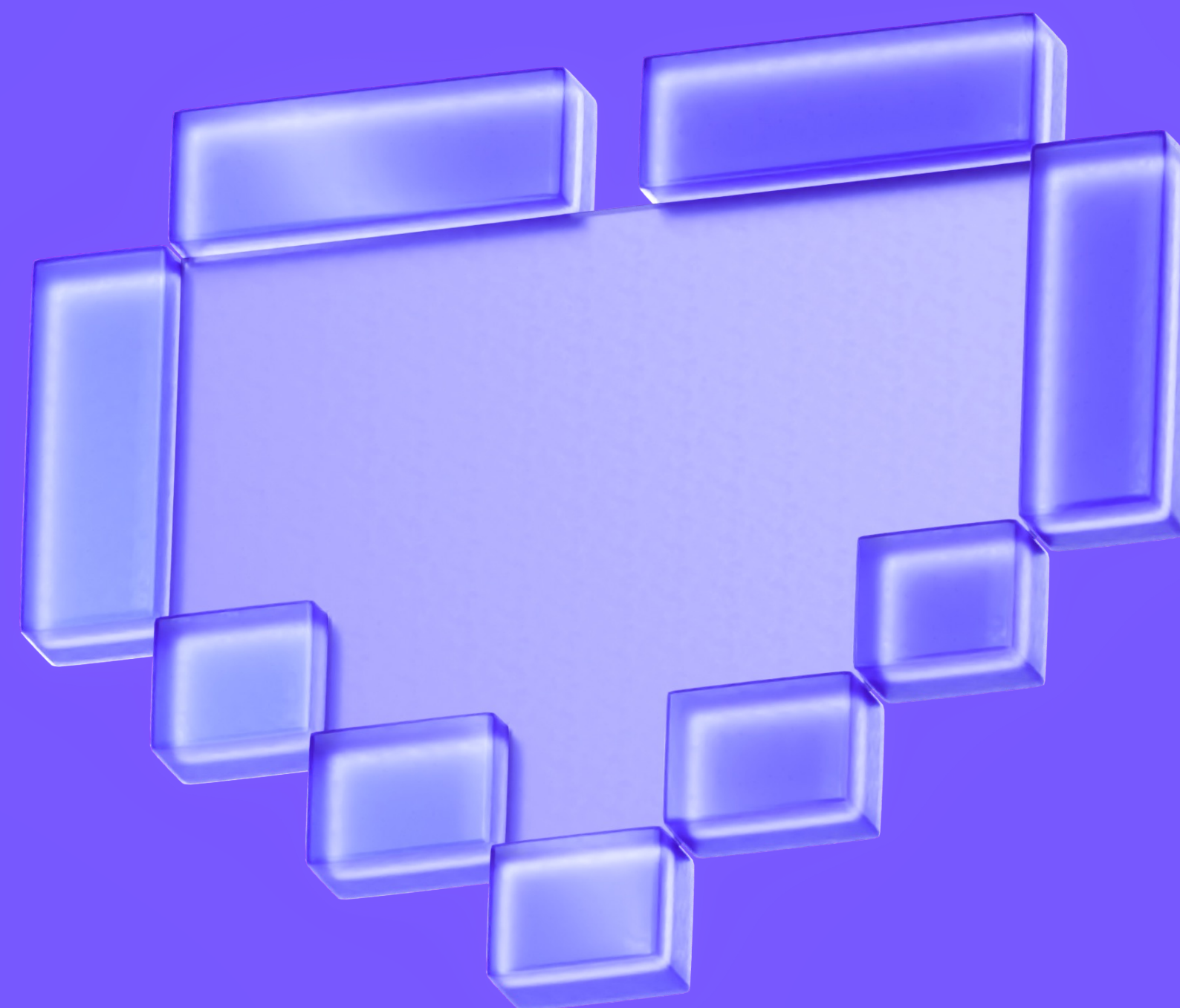
Чтобы получить выплату,  
мне выгодно ответить честно!

Surprisingly popular

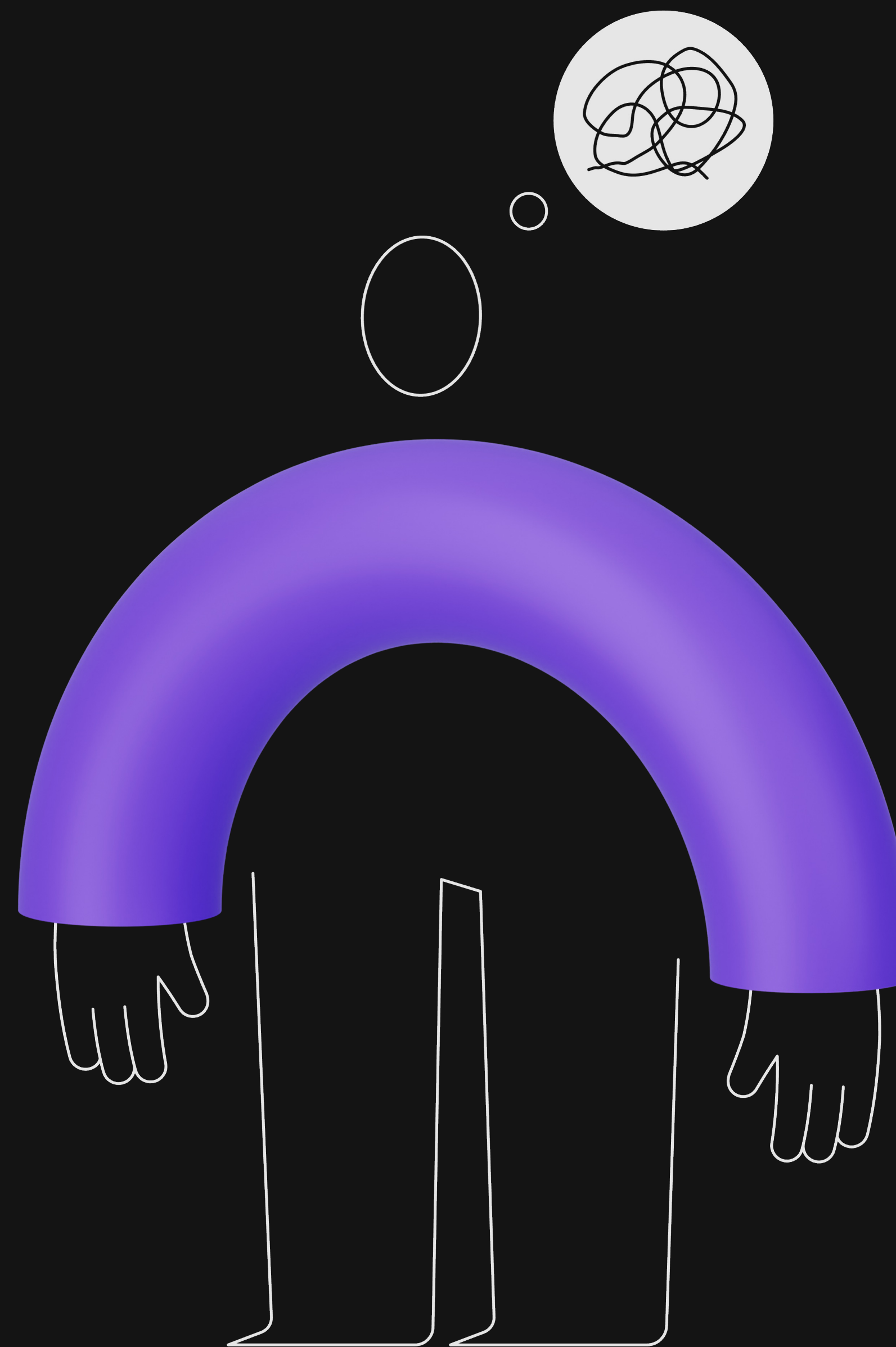


Ответы, реальная  
частота которых  
превышает предсказанную,  
получают бонус

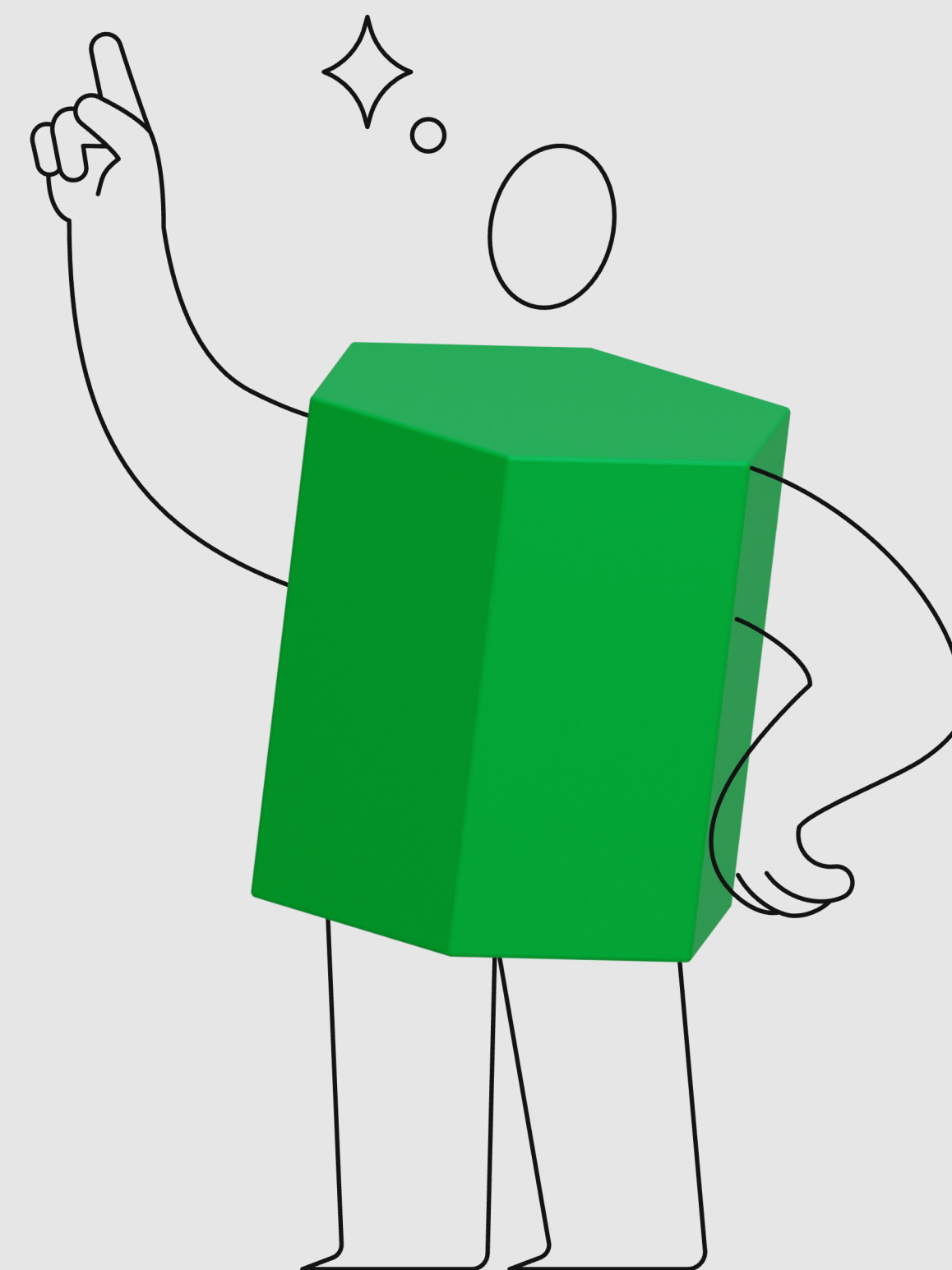
**Мы можем сделать так,  
чтобы людям было выгодно  
быть честными**



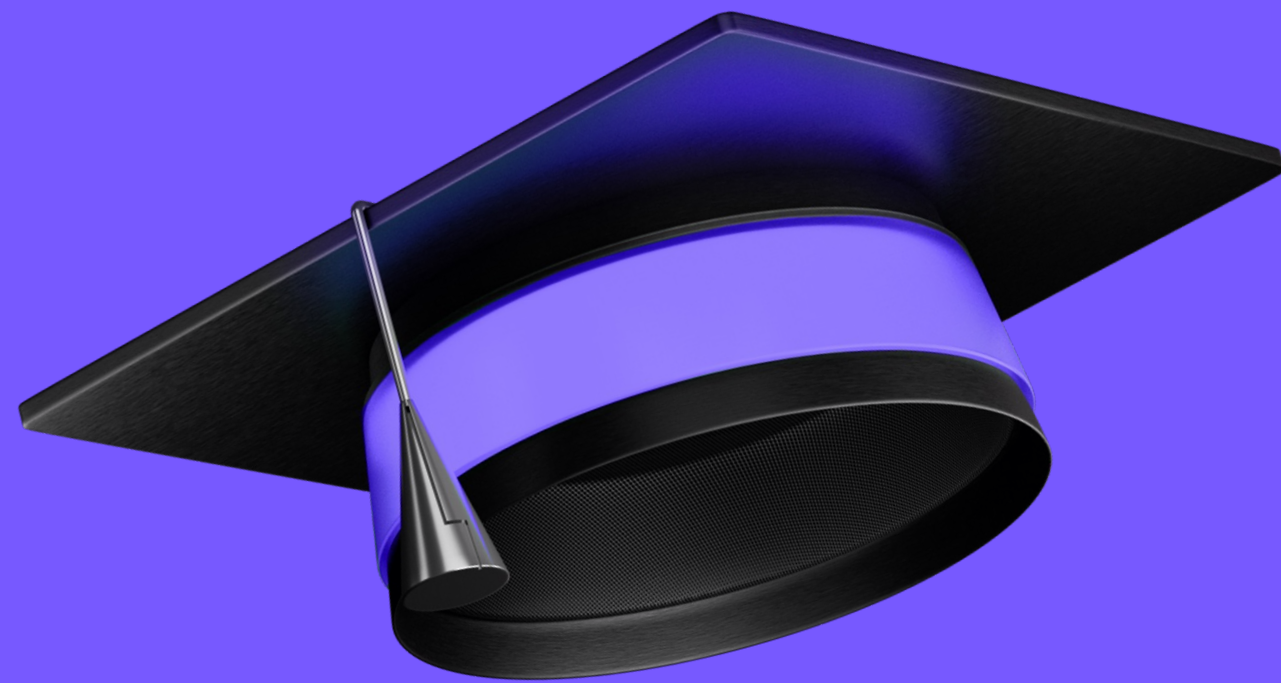
**В чем урок  
сегодняшней лекции?**



**В науке важно не только  
решать задачи, но и задавать  
правильные вопросы**



# Бакалавриат ЦУ: исследовательский трек



Трек внутри бакалавриата  
для тех, кто готов  
к академическому вызову

# Бакалавриат ЦУ: исследовательский трек



Трек внутри бакалавриата  
для тех, кто готов  
к академическому вызову

## Ученые и лидеры индустриального R&D

Ты начинаешь работать над исследовательской  
задачей уже с первого семестра



## Бакалавриат ЦУ: исследовательский трек



Трек внутри бакалавриата  
для тех, кто готов  
к академическому вызову

### Ученые и лидеры индустриального R&D

Ты начинаешь работать над исследовательской задачей уже с первого семестра



### Индивидуальная траектория

Ты сформируешь собственную образовательную траекторию под руководством научного руководителя



# Бакалавриат ЦУ: исследовательский трек



Трек внутри бакалавриата  
для тех, кто готов  
к академическому вызову

## Ученые и лидеры индустриального R&D

Ты начинаешь работать над исследовательской задачей уже с первого семестра



## Индивидуальная траектория

Ты сформируешь собственную образовательную траекторию под руководством научного руководителя



## Сильное комьюнити

Ты будешь учиться среди студентов, заинтересованных в развитии науки



# Твои проводники в мире исследований

9 больших лабораторий ЦУ

Искусственный  
интеллект

Финансы

DeepTech

Статистика

10+ приглашенных научных  
руководителей

Статистика

Теория  
информации

Оптимизация

Прикладная  
математика

# Твои проводники в мире исследований

9 больших лабораторий ЦУ

Искусственный  
интеллект

Финансы

DeepTech

Статистика

10+ приглашенных научных  
руководителей

Статистика

Теория  
информации

Оптимизация

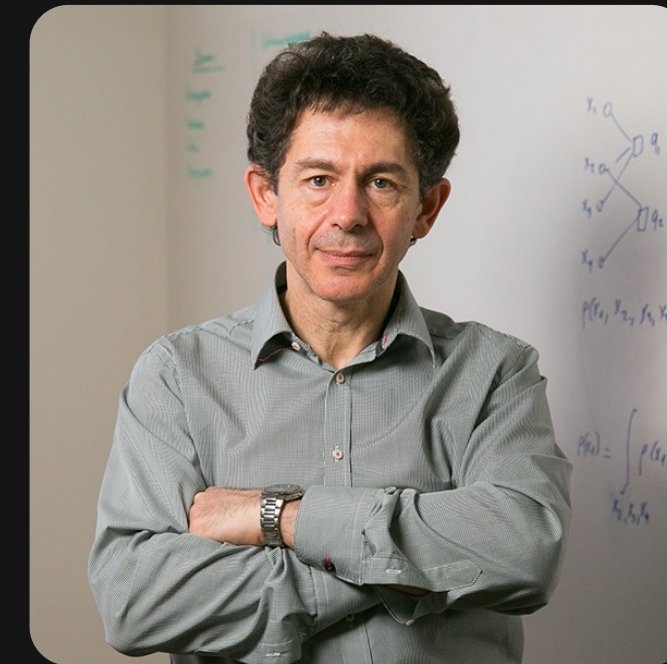
Прикладная  
математика

## Примеры научных руководителей



**Иван  
Оселедец**

ЦУ, AIRI



**Владимир  
Спокойный**

ЦУ, Берлинский  
университет



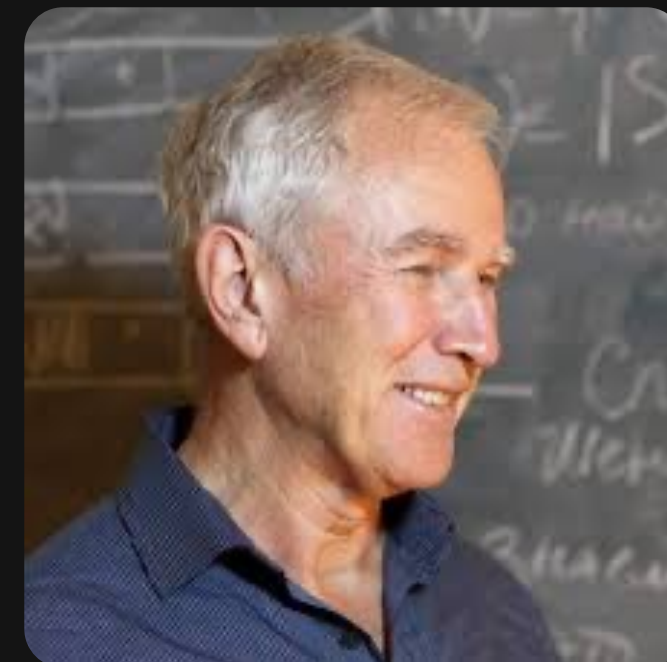
**Илья  
Макаров**

AIRI, МФТИ, ВШЭ



**Ольга  
Обижаева**

ЦУ, Stockholm School  
of Economics



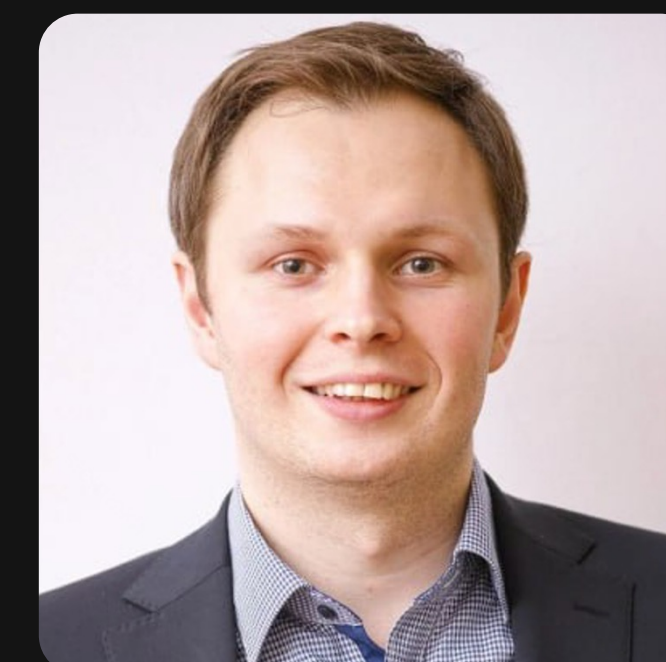
**Григорий  
Кабатянский**

Сколтех



**Юрий  
Максимов**

ЦУ, Los Alamos  
National Lab



**Андрей  
Сомов**

ЦУ, Сколтех



**Егор  
Ершов**

AIRI, ИППИ РАН

# Уникальная учебная траектория

Вместе со своим научным  
руководителем  
ты определишь свой  
индивидуальный  
учебный план

# Уникальная учебная траектория

Вместе со своим научным  
руководителем  
ты определишь свой  
индивидуальный  
учебный план

## Примеры курсов, из которых ты можешь выбирать

### Математика

Математический анализ. Пилотный поток	Дискретная математика. Пилотный поток	Линейная алгебра. Пилотный поток	
Функциональный анализ	Топология	Теория информации и кодирования	...

+ Курсы НМУ и других университетов-партнеров

### Компьютерные науки

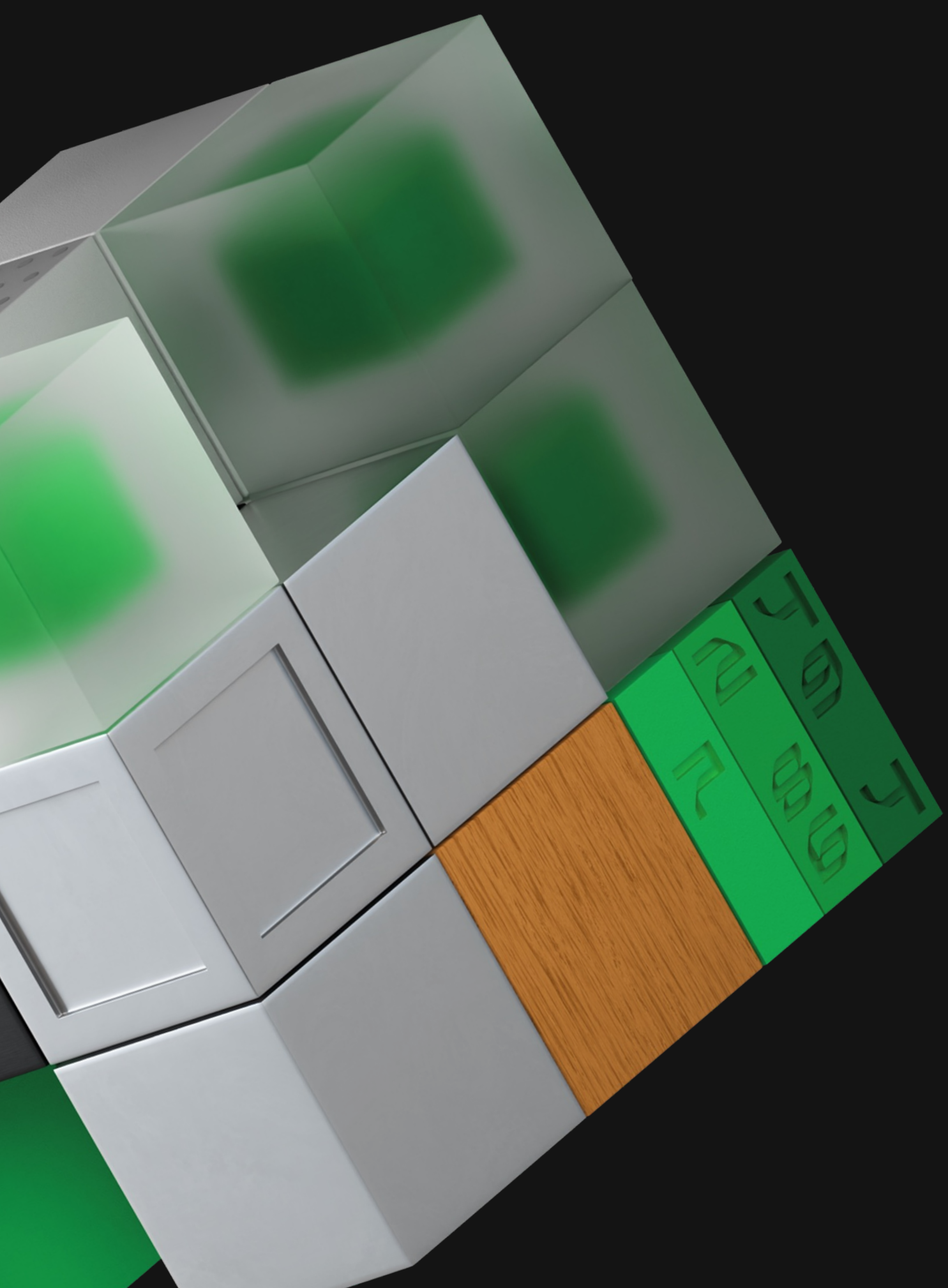
C++	Go	Java	
Алгоритмы. Пилотный поток	Архитектура компьютера и операционные системы	Введение в теоретические компьютерные науки	...

### Искусственный интеллект

Machine Learning	Разработка интеллектуальных агентов	Deep Learning	
Безопасность систем ИИ	Генеративные модели	Эффективное машинное обучение	...

И еще десятки курсов ЦУ по экономике, аналитике, финансам, STEM, ...

# Математика в лицах



**Влад  
Пимкин**  
ЦУ, ШАД



**Виктор  
Лопаткин**  
ЦУ, ВШЭ



**Александр  
Антропов**  
ЦУ, МФТИ



**Илья  
Мещерин**  
ЦУ, Т-Банк



**Сергей  
Николенко**  
ЦУ, ПОМИ РАН, СПбГУ



**Александр  
Безносиков**  
ЦУ, ИСП РАН, МФТИ,  
Яндекс

# Евгений Ильюшин

Академический руководитель  
исследовательского трека

## Промышленный опыт

- Работал в индустрии и исследованиях 20+ лет
- Опыт создания IT подразделений и исследовательских групп с нуля
- Проектирование и запуск суперкомпьютеров
- Директор по ИИ в Okko

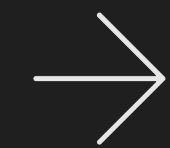
## Академический опыт

- Долгий опыт преподавания на ВМК МГУ
- Исследования в области математики искусственного интеллекта

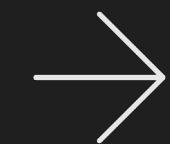


# Отбор

Весна — лето 2026



Получаешь грант в ЦУ



Решаешь специальное задание

Победители ВСОШ пропускают этап



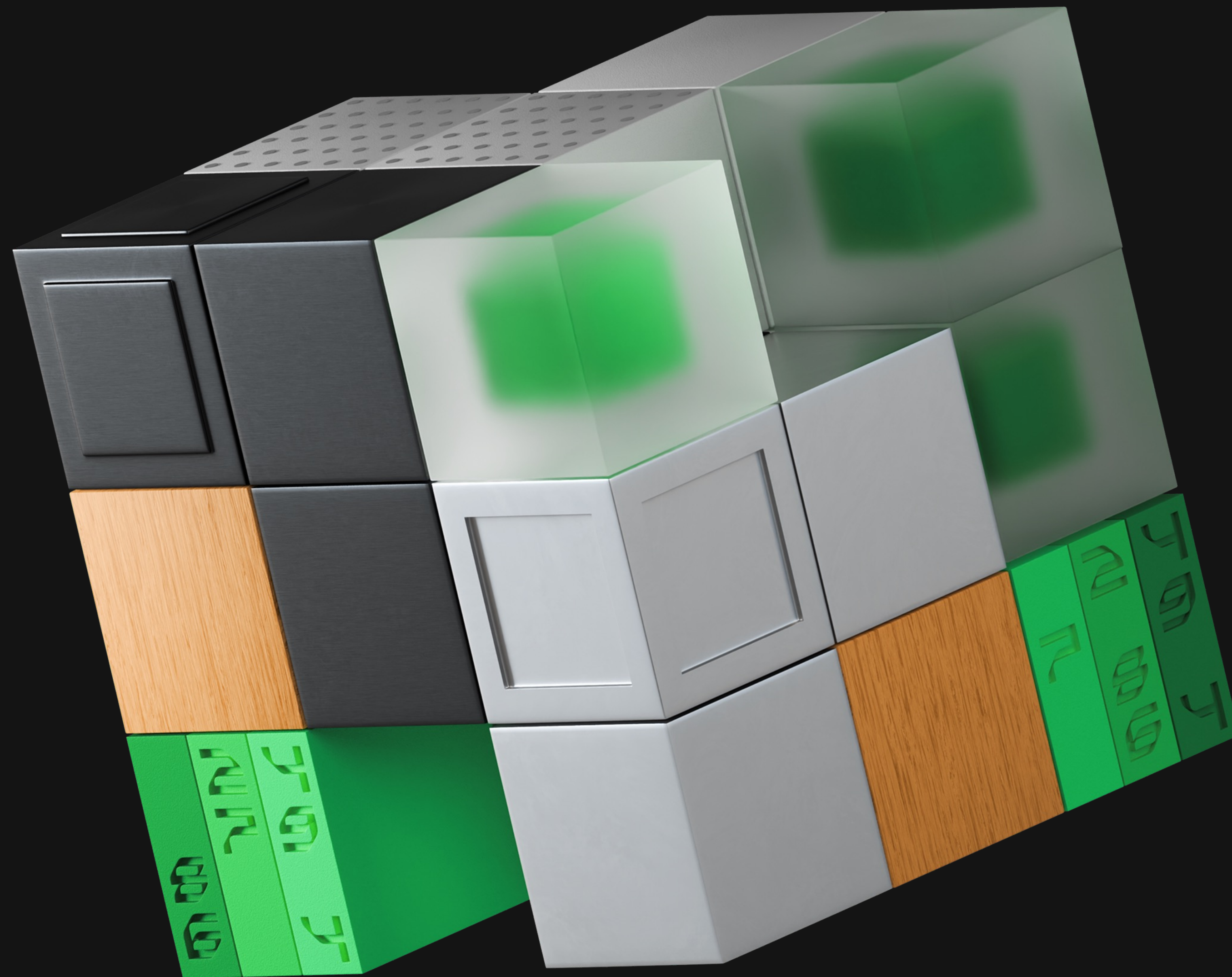
Проходишь личное собеседование  
с профессором

Дополнительные отборы на профессорский  
трек после каждого семестра



ЦЕНТРАЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

# Запись на собеседование



Иван Стельмах