



# Кейс: расчет NPV и IRR методом Монте-Карло

проф. кафедры Эконометрики и математической экономики ЭМИТ РАНХиГС  
д.т.н. Шилин Кирилл Юрьевич

РАНХиГС каб. 419/3  
email: [kshilin@ranepa.ru](mailto:kshilin@ranepa.ru)

# Исходные данные

	1 год	2 год	3 год
Цена упаковки	6,00 \$	6,05 \$	6,10 \$
Объем продаж	802 000,00	967 000,00	1 132 000,00
Выручка	4 812 000,00 \$	5 850 350,00 \$	6 905 200,00 \$
Себестоимость	0,55 2 646 600,00 \$	3 217 692,50 \$	3 797 860,00 \$
Валовая прибыль	2 165 400,00 \$	2 632 657,50 \$	3 107 340,00 \$
Операционные издержки	0,15 324 810,00 \$	394 898,63 \$	466 101,00 \$
Чистый доход до налогообложения	1 840 590,00 \$	2 237 758,88 \$	2 641 239,00 \$
Налоги	0,32 588 989,00 \$	716 083,00 \$	845 197,00 \$
Чистый доход	-3 400 000 1 251 601,00 \$	1 521 675,88 \$	1 796 042,00 \$
NPV(10%)	344 796		
IRR	15,00 %		

Чистая приведённая стоимость

$$NPV = \sum_{t=0}^N \frac{CF_t}{(1+i)^t} = -IC + \sum_{t=1}^N \frac{CF_t}{(1+i)^t}$$

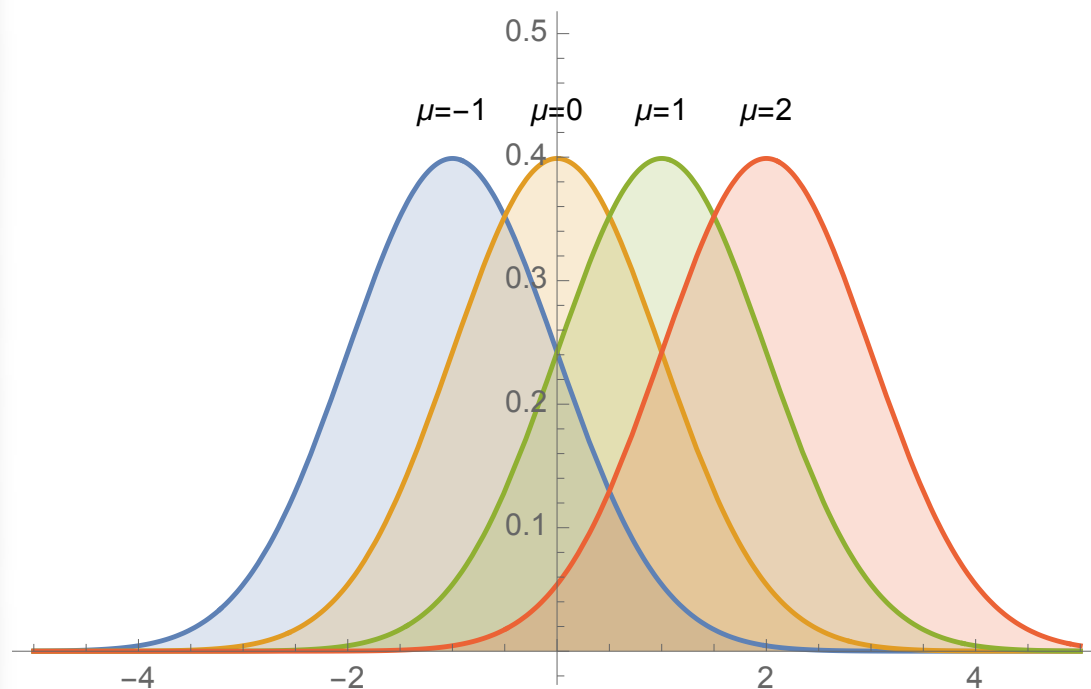
Внутренняя норма доходности

$$NPV = -IC + \sum_{t=1}^N \frac{CF_t}{(1+IRR)^t} = 0$$

# Нормальный закон (normal)

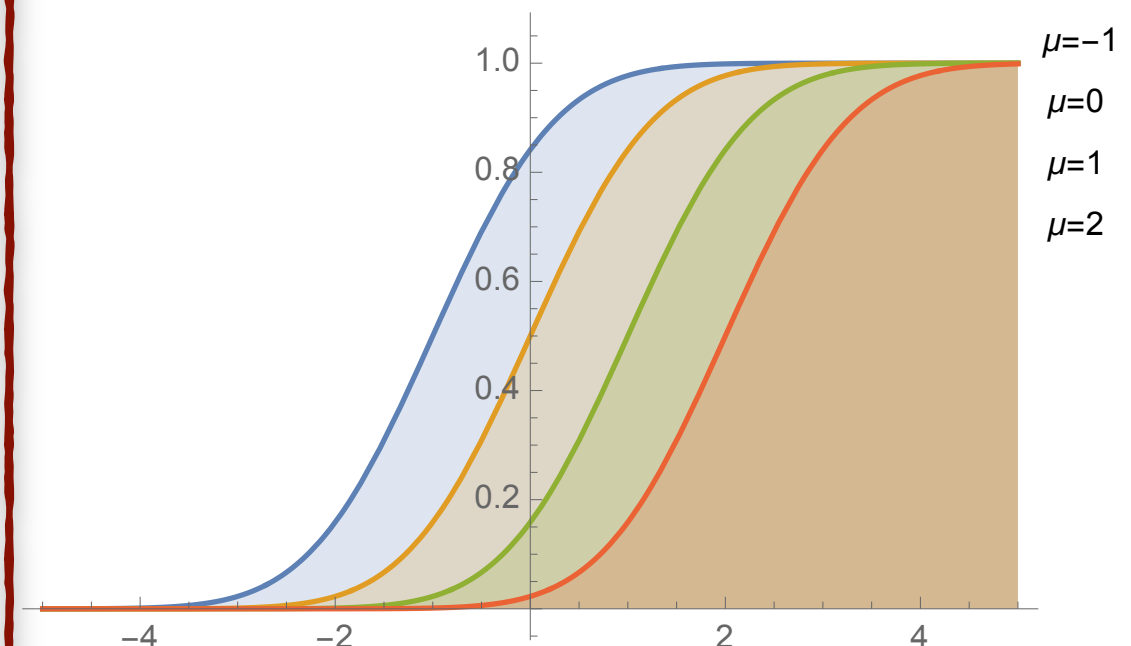
Функция плотности вероятности  
PDF - probability density function

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

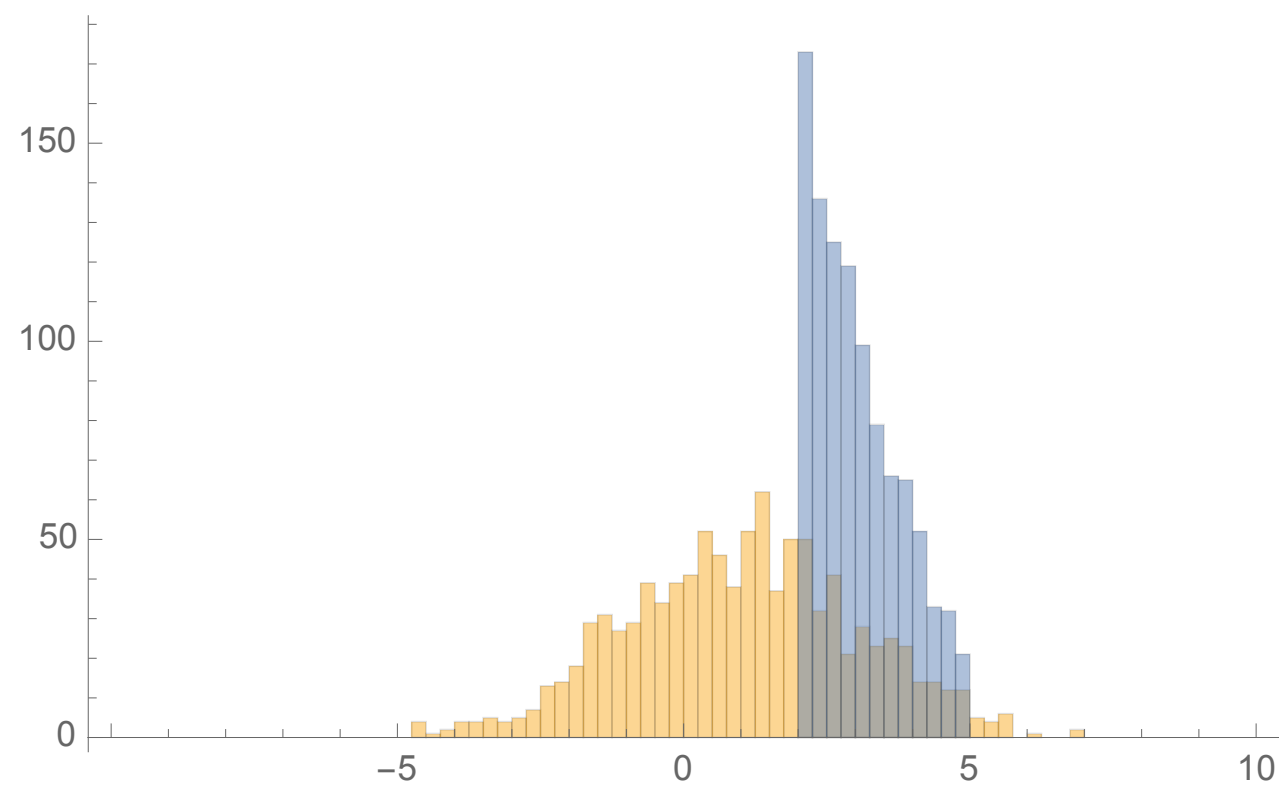
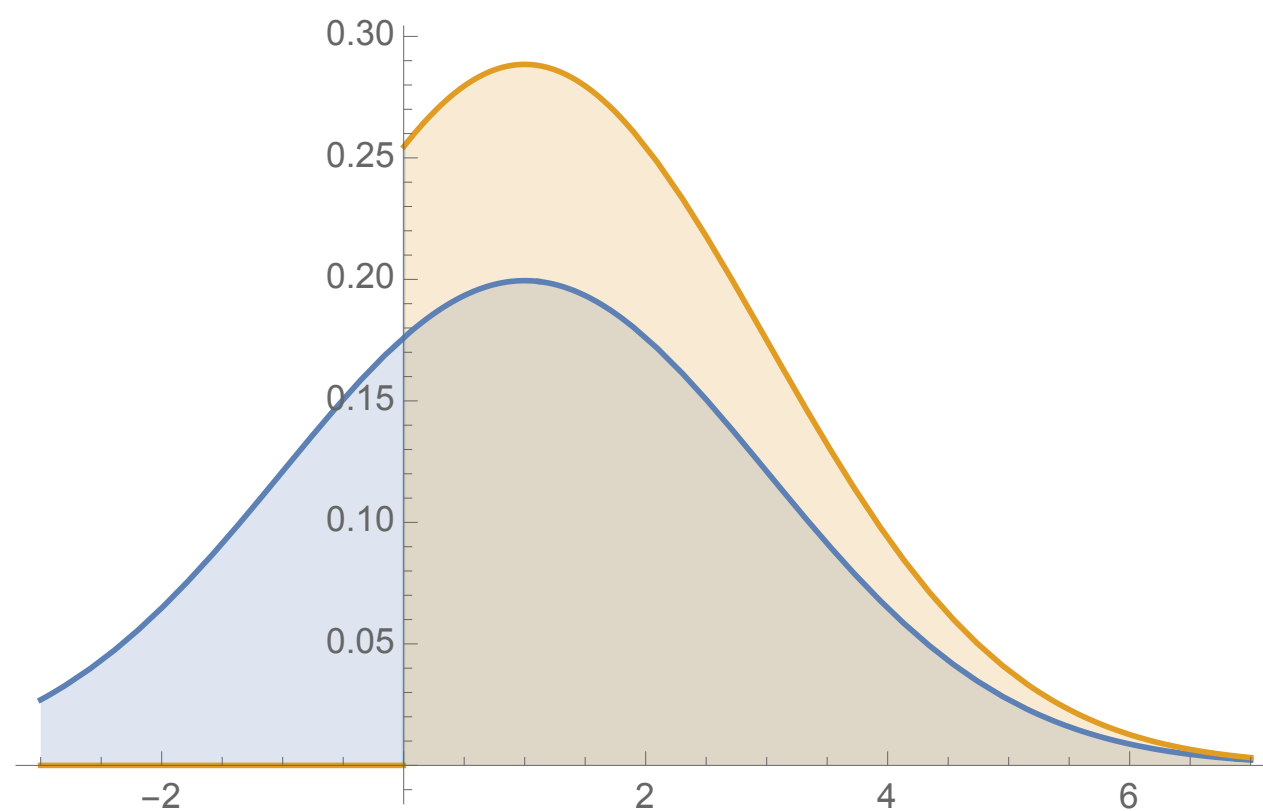


Функция распределения  
CDF - cumulative distribution function

$$F(x) = \frac{1}{2} \left[ 1 + \operatorname{erf} \left( \frac{x - \mu}{\sqrt{2\sigma^2}} \right) \right]$$

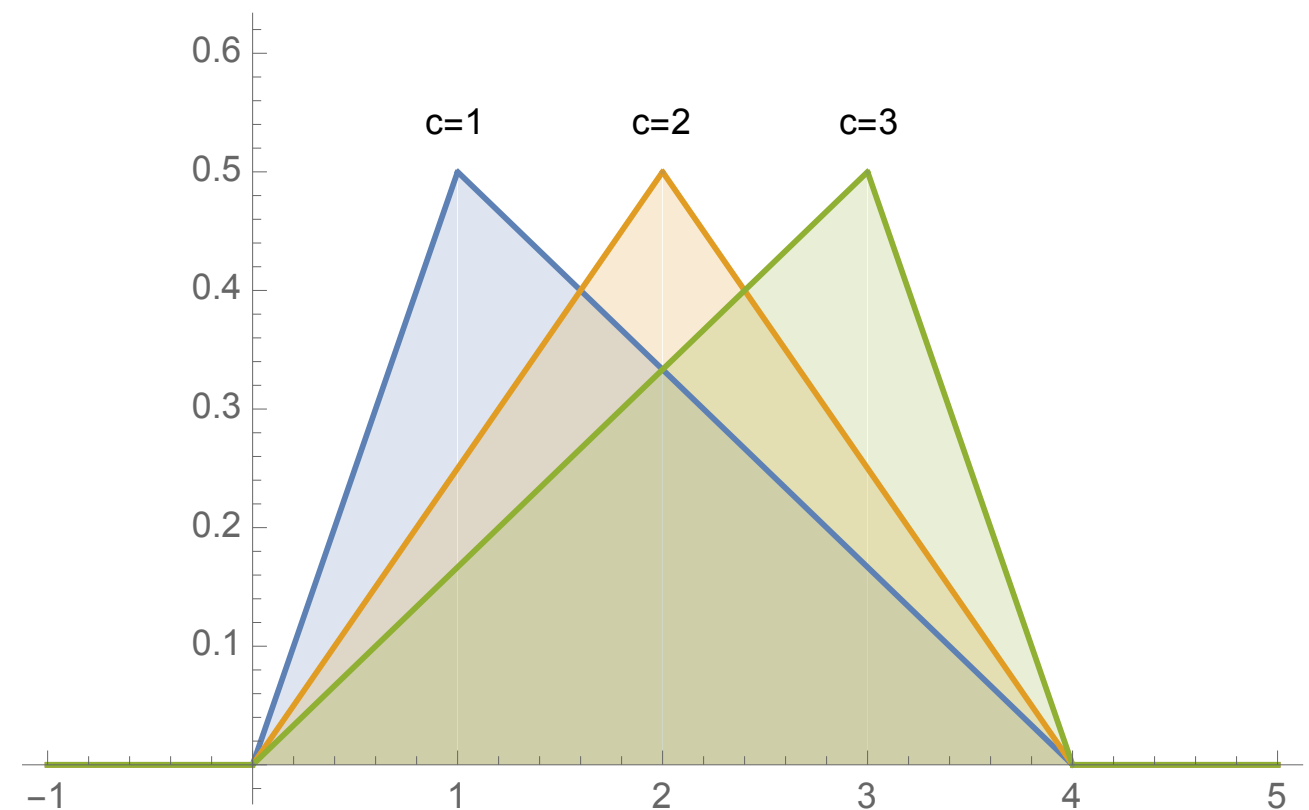


# Усечение распределения (truncated)

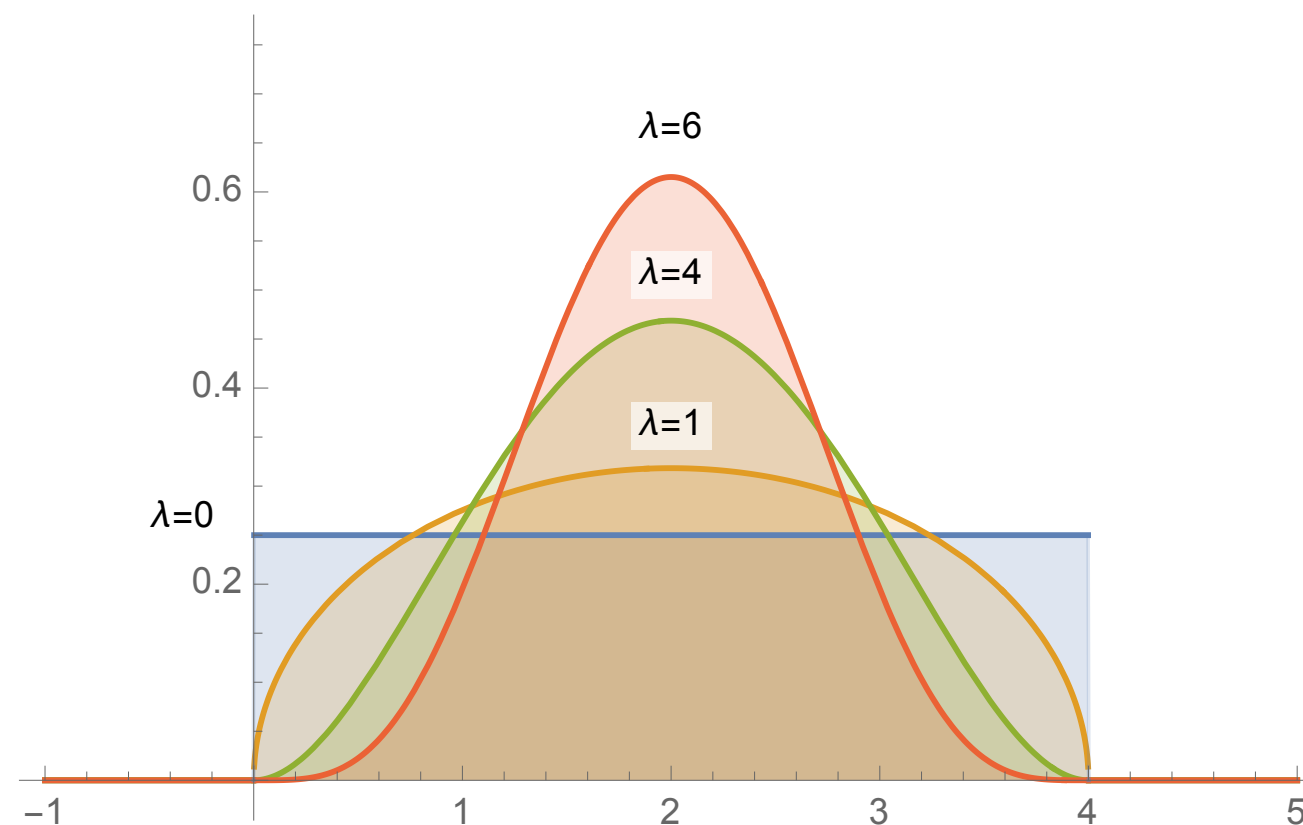
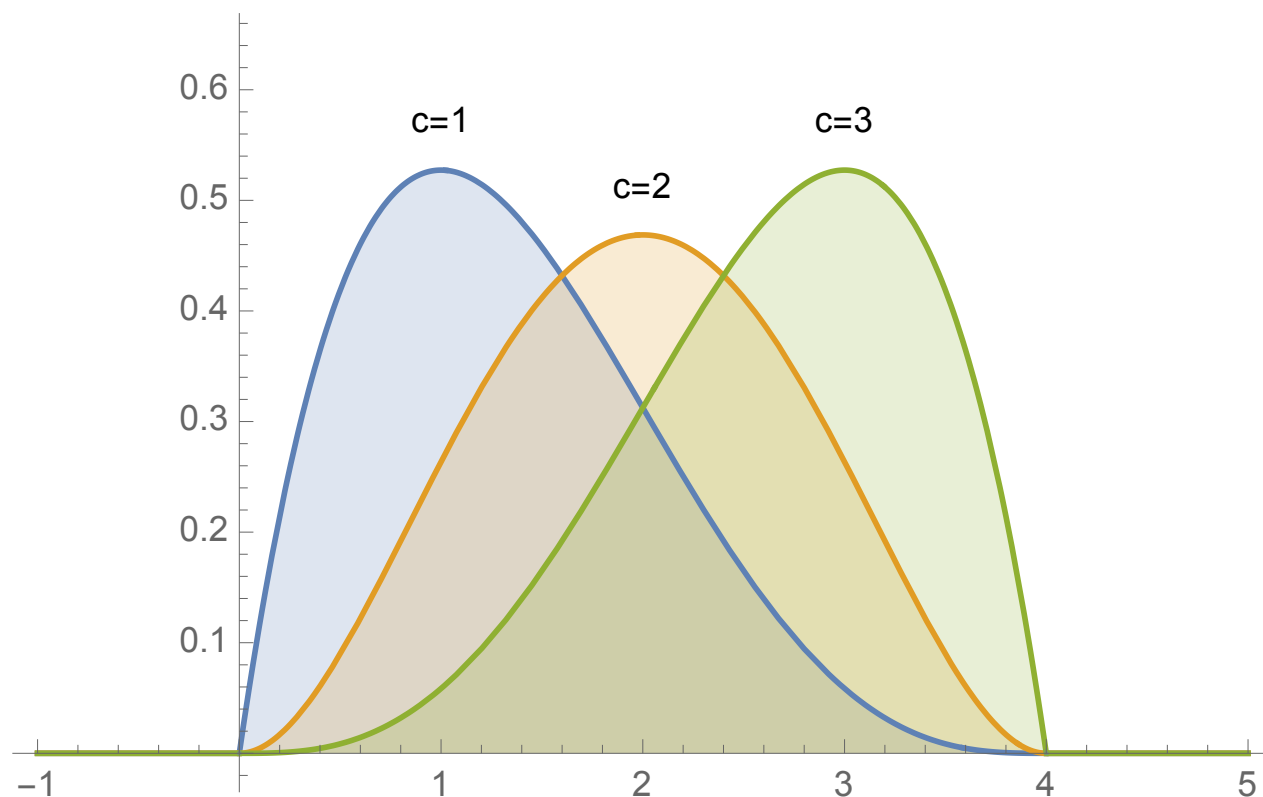
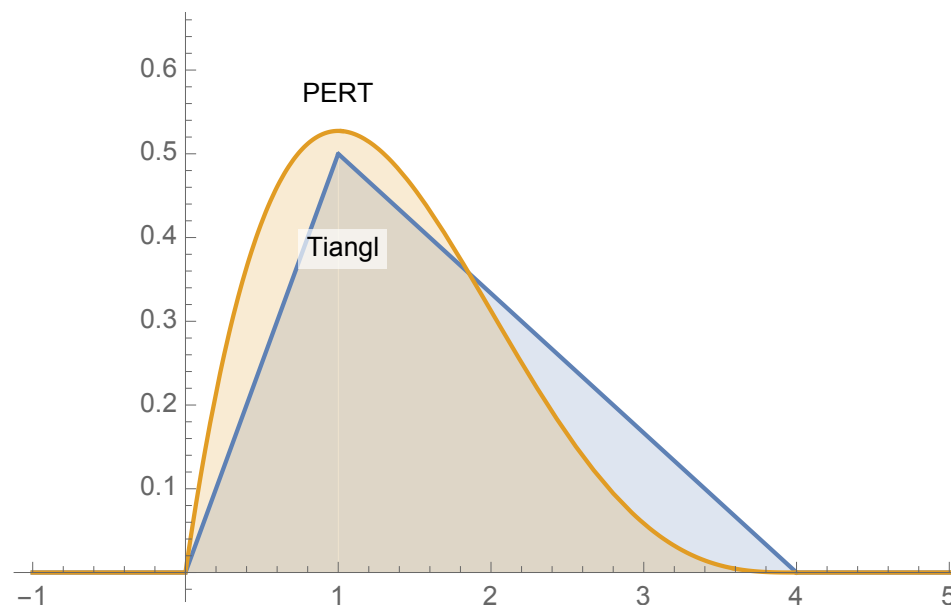


# Треугольное распределение (triangular)

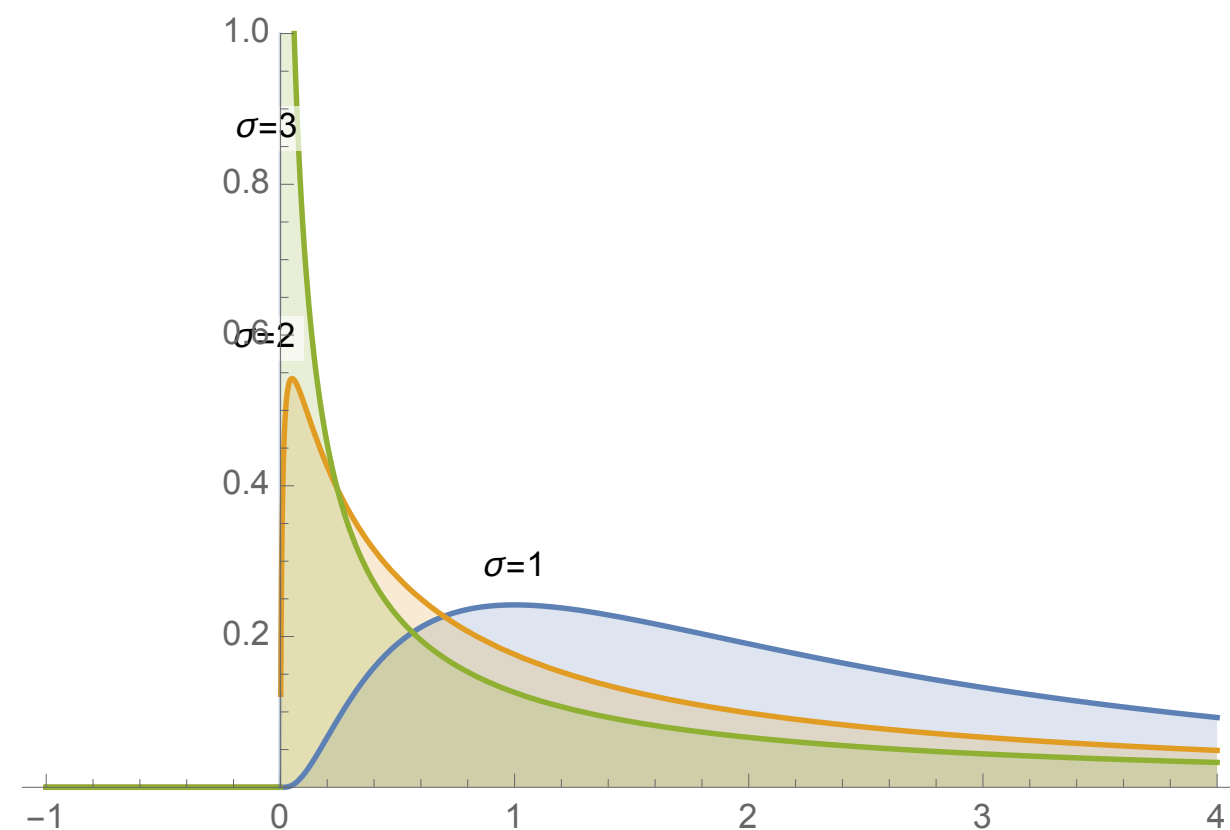
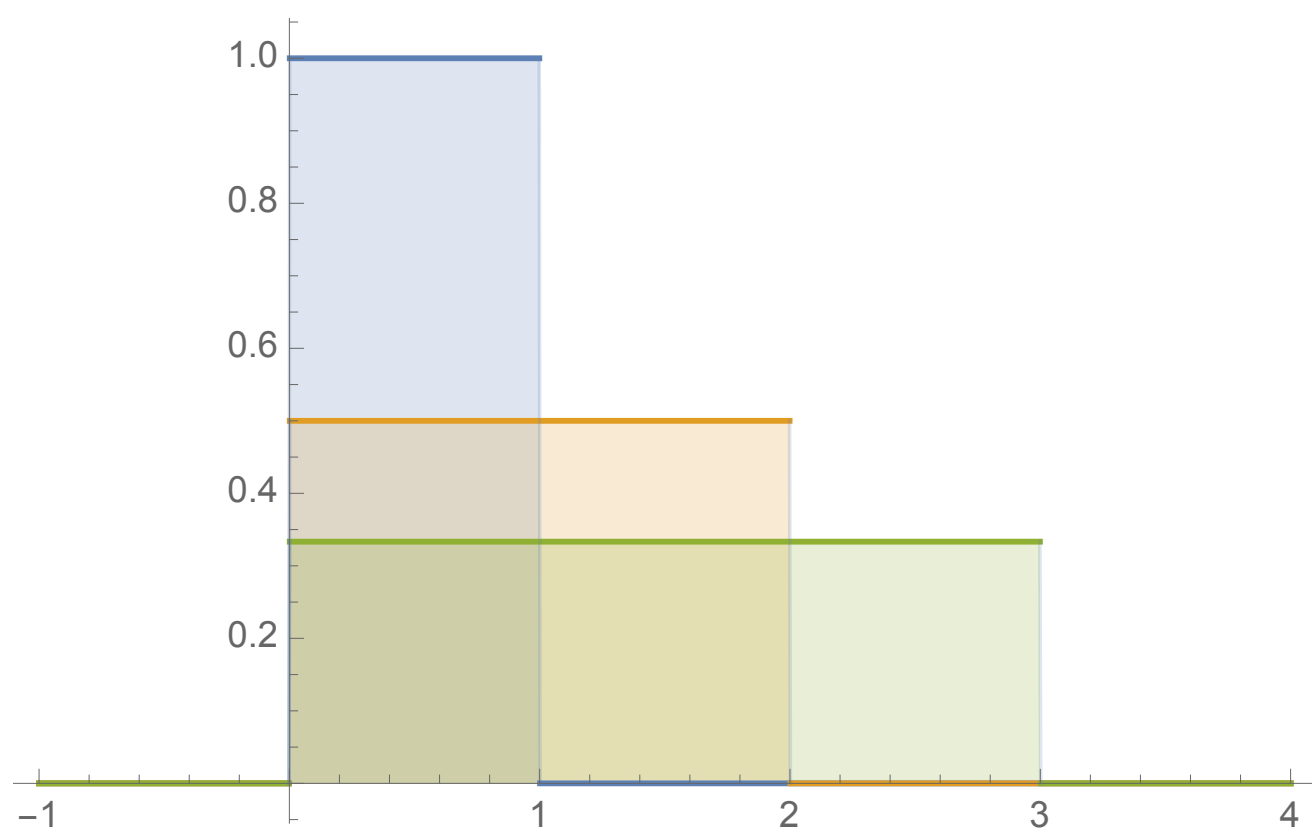
$$\begin{cases} 0 & x < a, \\ \frac{2(x-a)}{(b-a)(c-a)} & a \leq x < c, \\ \frac{2}{b-a} & x = c, \\ \frac{2(b-x)}{(b-a)(b-c)} & c < x \leq b, \\ 0 & b < x. \end{cases}$$



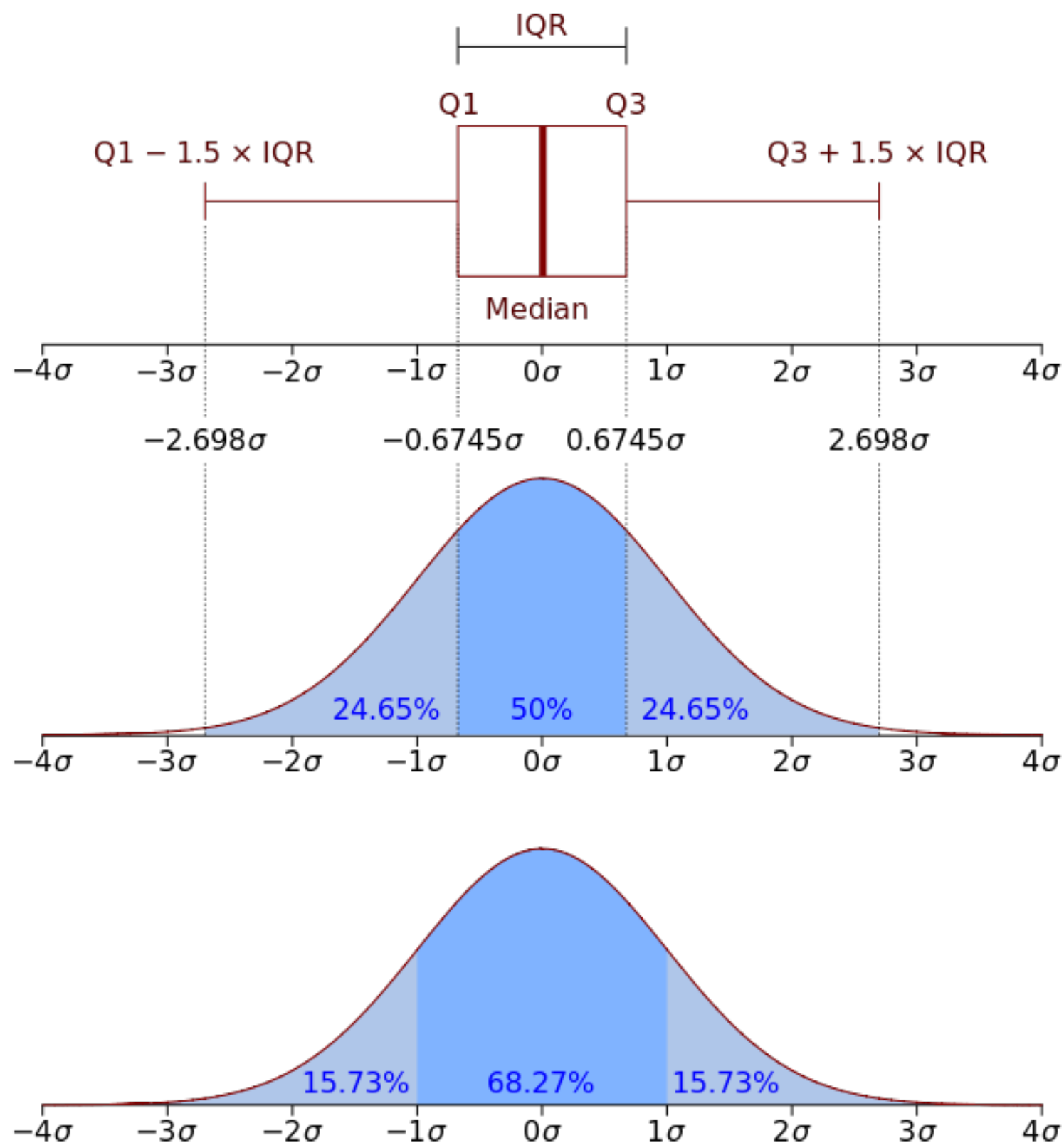
# PERT распределение (pert)



# Равномерное (uniform) и Логонормальное (lognormal)



# Кое что из теории: квантили и перцентили





# Кое что из теории: мода, медиана и т.п.



Давайте подумаем:

1. Что в нашей задаче важнее как показатель мода, медиана или мат. ожидание?
2. Что в данной задаче будет лучше все оптимизировать?

# Данные для Монте-Карло

	1 год	2 год	3 год
Цена упаковки	6,00 \$	6,05 \$	6,10 \$
Объем продаж	802 000,00	967 000,00	1 132 000,00
Выручка	4 812 000,00 \$	5 850 350,00 \$	6 905 200,00 \$
Себестоимость	0,55 2 646 600,00 \$	3 217 692,50 \$	3 797 860,00 \$
Валовая прибыль	2 165 400,00 \$	2 632 657,50 \$	3 107 340,00 \$
Операционные издержки	0,15 324 810,00 \$	394 898,63 \$	466 101,00 \$
Чистый доход до налогообложения	1 840 590,00 \$	2 237 758,88 \$	2 641 239,00 \$
Налоги	0,32 588 989,00 \$	716 083,00 \$	845 197,00 \$
Чистый доход	-3 400 000 1 251 601,00 \$	1 521 675,88 \$	1 796 042,00 \$
NPV(10%)	344 796		
IRR	15,00 %		

	1 год	2 год	3 год
Цена упаковки (треуг. закон)	6 (5.9-6.1)	6.05 (5.95-6.15)	6.1 (6.0-6.2)
Объем продаж (нормал.)	802±25	967±30	1132±25
Себестоимость(треуг)	0.55(0.5-0.65)		
Опер. издержки (нормал.)	0.15±0.02		

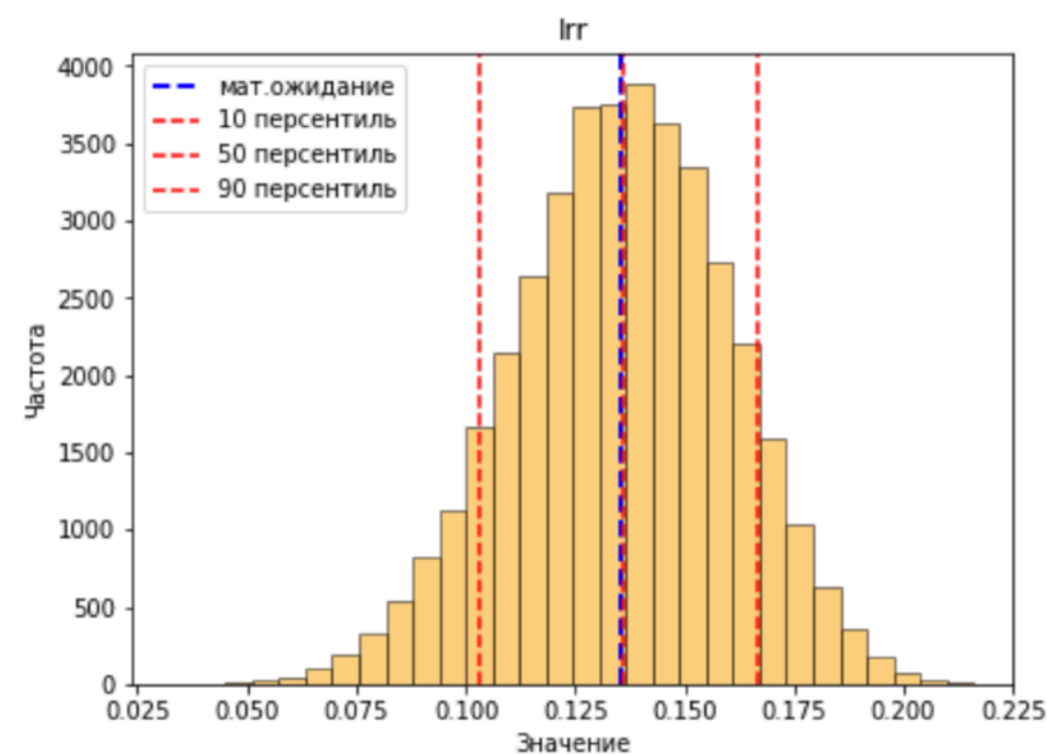
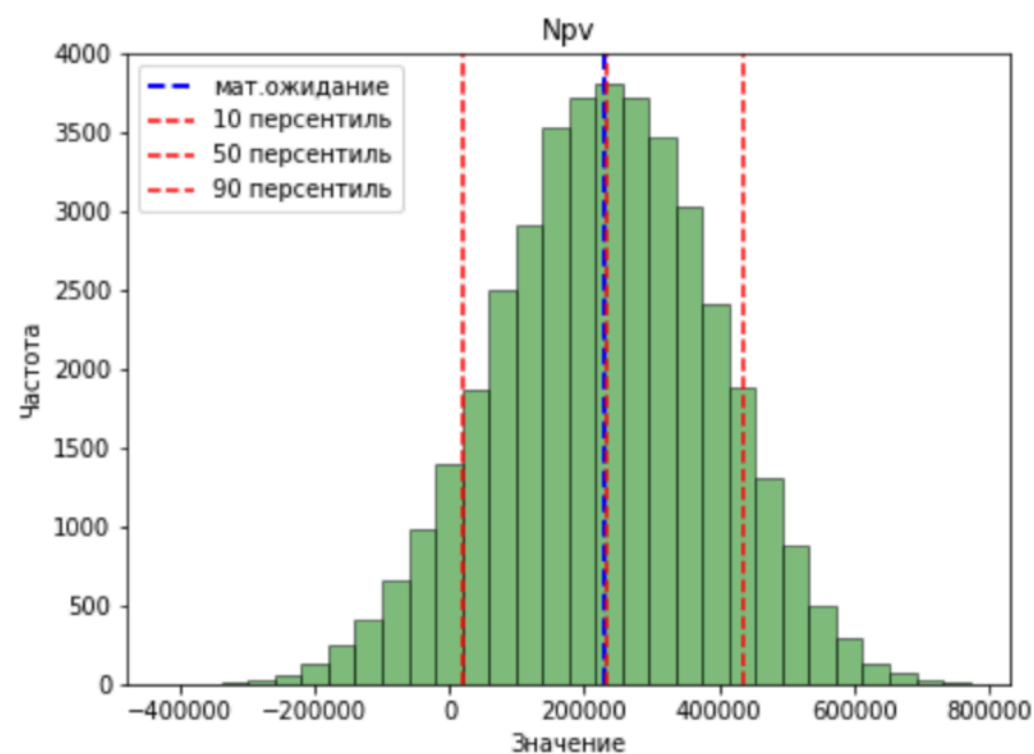
Чистая приведённая стоимость

$$NPV = \sum_{t=0}^N \frac{CF_t}{(1+i)^t} = -IC + \sum_{t=1}^N \frac{CF_t}{(1+i)^t}$$

Внутренняя норма доходности

$$NPV = -IC + \sum_{t=1}^N \frac{CF_t}{(1+IRR)^t} = 0$$

# Какой я хочу увидеть результат

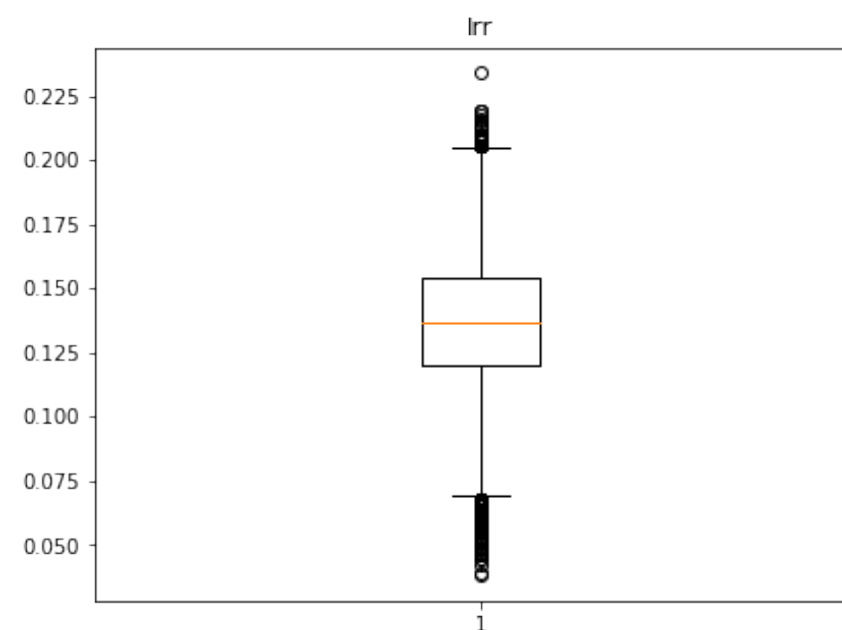
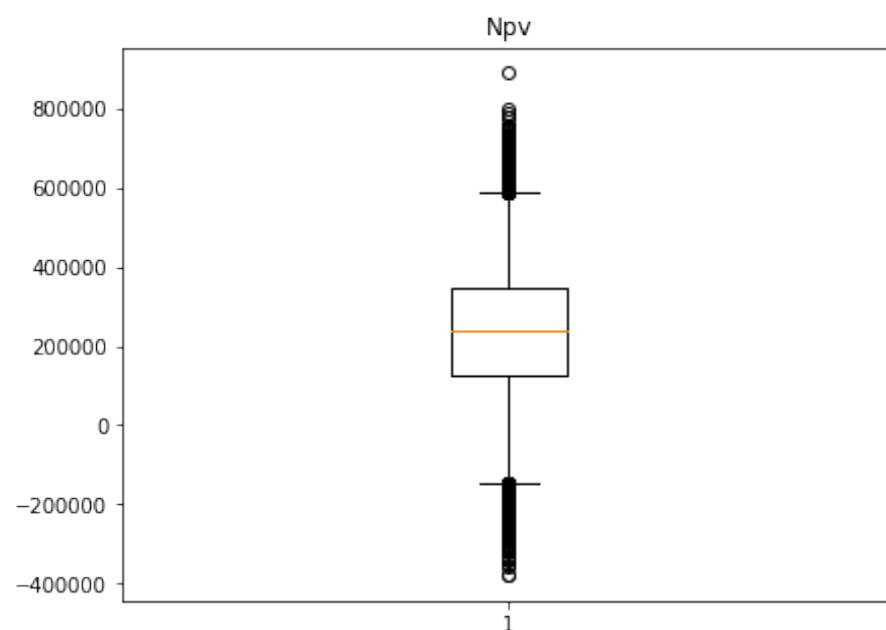


мат.ожидание npv: 229990.86916794642

мат.ожидание irr: 0.1354376219112691

npv перцентили {10: 20065.779139753246, 50: 232839.58558596228, 90: 435554.29550912953}

irr перцентили {10: 0.10317575539244138, 50: 0.13609659529774298, 90: 0.16679404174833015}



# Важные вопросы к обсуждению

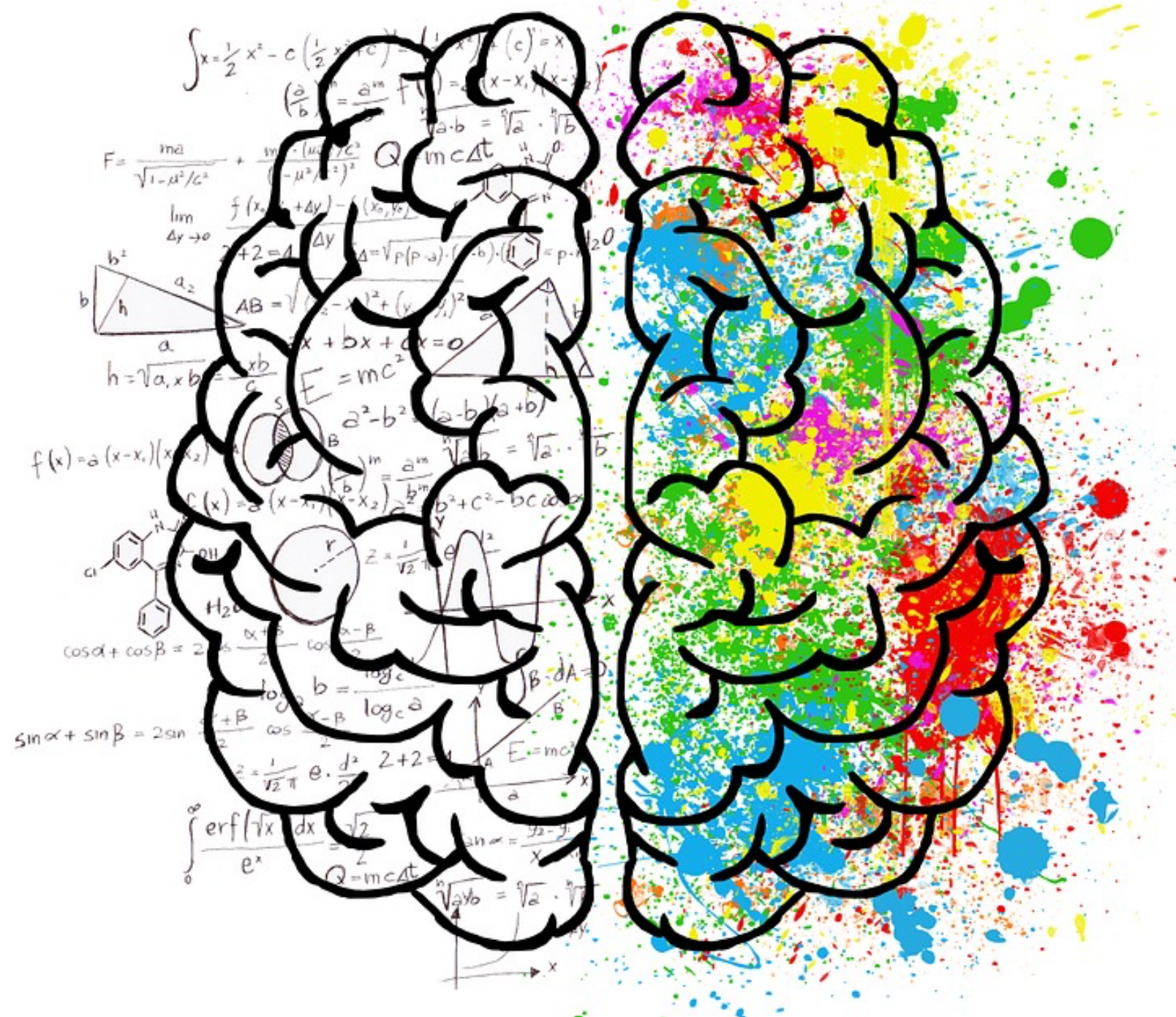


1. Какой дизайн решения даст самую большую скорость?
2. Как проверить расчет?
3. Как проверить расчет со случайными числами?



# Давайте решим еще задачку ...

LOGIC



CREATIVITY

# Давайте решим еще задачу ...

Ресторан на фешенебельном морском курорте использует плавники свежесловленных акул для приготовления деликатесных блюд.

Стоимость плавников, закупаемых у рыбаков \$7.5 за 1 кг.

Деликатесные блюда в ресторане продаются по цене \$12 за 1 кг.

Если плавники, закупаемые утром, не заказаны посетителями ресторана сегодня, они замораживаются и продаются по цене \$6 за кг местной фирме, выпускающей корм для экзотических птиц.

Менеджер ресторана фиксирует ежедневно и потребление акульих плавников, и неудовлетворенный спрос.

Собранные им данные показывают, что в этом сезоне в среднем спрос на блюда из плавников близок к 60 кг в день. Стандартное отклонение спроса - 10 кг. Судя по всему, спрос распределен приблизительно нормально.

1. Как вам кажется какая стратегия по покупкам минимизирует ваши риски?
2. Сколько плавников нужно ежедневно покупать у рыбаков, чтобы максимизировать прибыль?
3. Какова будет мода, медиана, средняя, 10 и 90 перцентиль ежедневной прибыли при вашем оптимальном заказе (естественно оптимальность зависит от вашей стратегии)?