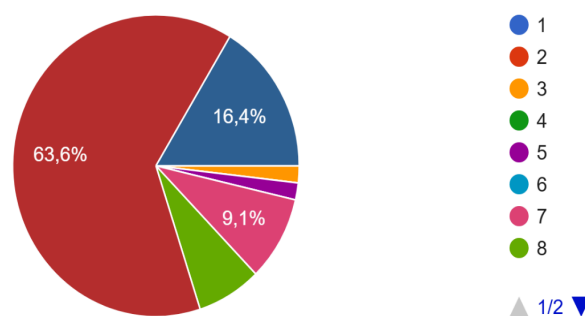


- а. Актуальной проблемой для студентов “Высшей школы экономики”, которые живут в общежитии, является выбор оптимального маршрута до ВУЗа. Прилежные студенты не хотят опаздывать на пары, но и поспать хотят подольше. Следовательно, им необходимо выбрать такой путь, который занимал бы меньше времени. Однако важными критериями так же является цена, надежность транспорта (чтобы неожиданно не встать в пробку, попасть аварию и так далее), комфорт и безопасность. В нашем домашнем задании мы рассмотрим решение данной проблемы с помощью линейного программирования.
- б. Мы опирались на маршруты, которые нам предложили [яндекс.карты](#). Всего мы выделили пять оптимальным маршрута с точки зрения студента:
- Такси
 - Цены на такси мы мониторили в течение буднего дня. Взяли стоимость, когда пробок не было (1060 р), и стоимость, когда на дорогах пробки оцениваются в 7 баллов (1791 р) во время часа пик.
 - Время мы мониторили аналогично цене, в течение буднего дня в час пик и во время без пробок, а также рассмотрели самый длинный маршрут в полтора часа.
 - Задержки. Время бесплатного ожидание 3 минуты. Укажем это как минимальное время задержки (за это время может подойти студент с пары и приехать такси, если без опозданий). Максимальное время - 20 минут (свыше - клиент может обратиться в техподдержку за компенсацией).
 - Критерий “комфорт” довольно субъективный. Поэтому мы решили провести опрос среди студентов ВШЭ, которые оценили от 1 до 10 баллов комфорт. Результаты будут прикреплены к каждому способу

Насколько баллов оцените комфорт поездки на такси

55 ответов

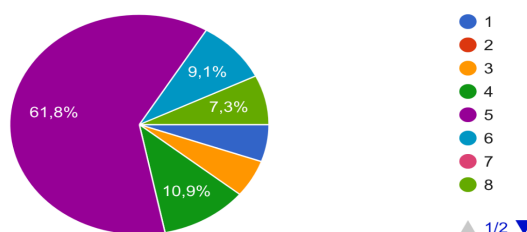


- Безопасность в такси заключается в вероятности попасть в ДТП во время поездки. Мы рассчитывали её, опираясь на статьи со статистикой, найденные в интернете. Так мы находим, что вероятность попасть в аварию, [находясь в такси 70%](#)
- МЦД + метро + пешком
 - Мы рассмотрели несколько вариантов цены: если есть студенческий билет (а также разные тарифы), и если нет (разные бывают ситуации, поэтому лучше брать среднее). Без студенческого билета: [90 рублей](#) стоимость поездки в одну сторону, ведь пересадка с мцд на метро

бесплатная в течение часа - полтора. Со студенческим билетом: [1160 рублей - 30 дней с учетом пересадки на метро, МЦК и МЦД зон «Центральная» и «Пригород»](#) (так как Одинцово - это пригород). Делим данную сумму на 52 (считаем на 1 учебный день (всего их 26) и в одну сторону). Получаем 22 рубля в одну сторону.

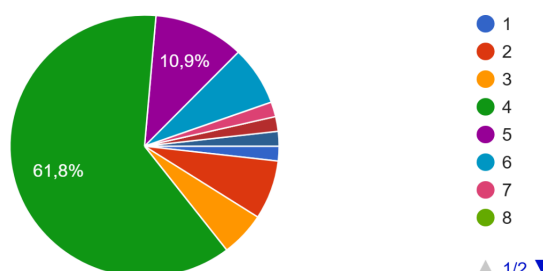
- Время мы оценивали по яндекс картам
- Задержка метро может быть кратковременной (если технические причины) и долговременные (однако это очень редко и можно в таком случае ехать на других ветках без потери времени). Рассмотрим только кратковременные задержки. Примерное время ожидания - [от 1.5 минуты до 2.5 минут - метро, а МЦД и МЦК стоит ждать от 4 до 8 минут](#). Общая задержка около 10 минут
- Комфорт

Насколько баллов оцените комфорт поездки на МЦД+метро+пешком
55 ответов



- Безопасность данного способа напрямую зависит от преступности в московском метро. Статистика для данного метода тоже была взята из [статьи](#) и составила 15%
- МЦД + метро + трамвай
 - Рассматриваем время этого пути аналогично примеру выше. Без студенческого билета стоит так же 90 рублей. Со студенческим билетом уже необходимо выбрать тариф: [1390 рублей 30 дней с учетом пересадки на метро, МЦК, наземный транспорт и МЦД зоны «Центральная» и «Пригород»](#). Делим аналогично на 52 дня. Получаем 27 рублей
 - Время пути оцениваем по яндекс картам
 - Про задержку метро мы писали выше. К этому времени надо добавить задержку трамвая, которая может быть [около 9 - 14 минут](#). Прибавим это время к нашему имеющему.
 - Комфорт

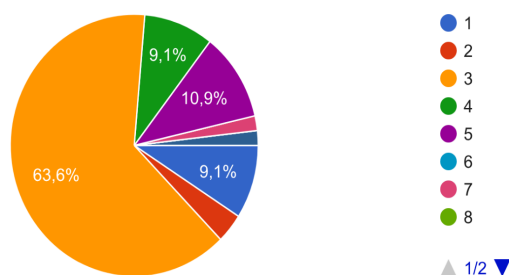
Насколько баллов оцените комфорт поездки на МЦД+метро+трамвай
55 ответов



- Расчет безопасности аналогичен предыдущему пункту, мы нашли соответствующие [статьи](#) и получили 25%
- Автобус + метро
 - Рассматриваем аналогично примерам выше. Без студенческого билета стоимость [будет 67 рублей](#). Со студенческим билетом рассматриваем тариф: [900 рублей \(30 дней метро, МЦК, МЦД зона «Центральная», наземный транспорт\)](#). Считаем стоимость поездки в одну сторону аналогично.
 - Время смотрим в яндекс картах
 - [По данным росстата общественный транспорт задерживается по 15 минут](#). Отнесем эту информацию к автобусам. Тогда суммарное время ожидания - около 17 минут (возьмем это за максимум, за минимум - задержку метро).
 - Комфорт

Насколько баллов оцените комфорт поездки на автобусе+метро

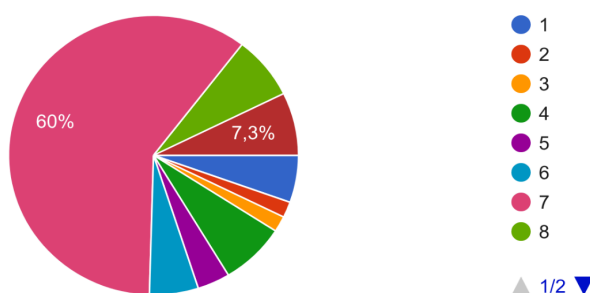
55 ответов



- Безопасность тут уже зависит от вероятности и аварий и преступности, так что мы обратились к статье про [ДТП](#) и [преступность](#) и получили 30%
- Каршеринг
 - В приложении “Ситидрайв” стоимость каршеринга такая (мы берем тариф поминутно):
 - Время аналогично времени поездки на машине
 - Бесплатное время на путь до машины рассчитано автоматически от 5 до 20 минут обычно + осмотр автомобиля.
 - Комфорт

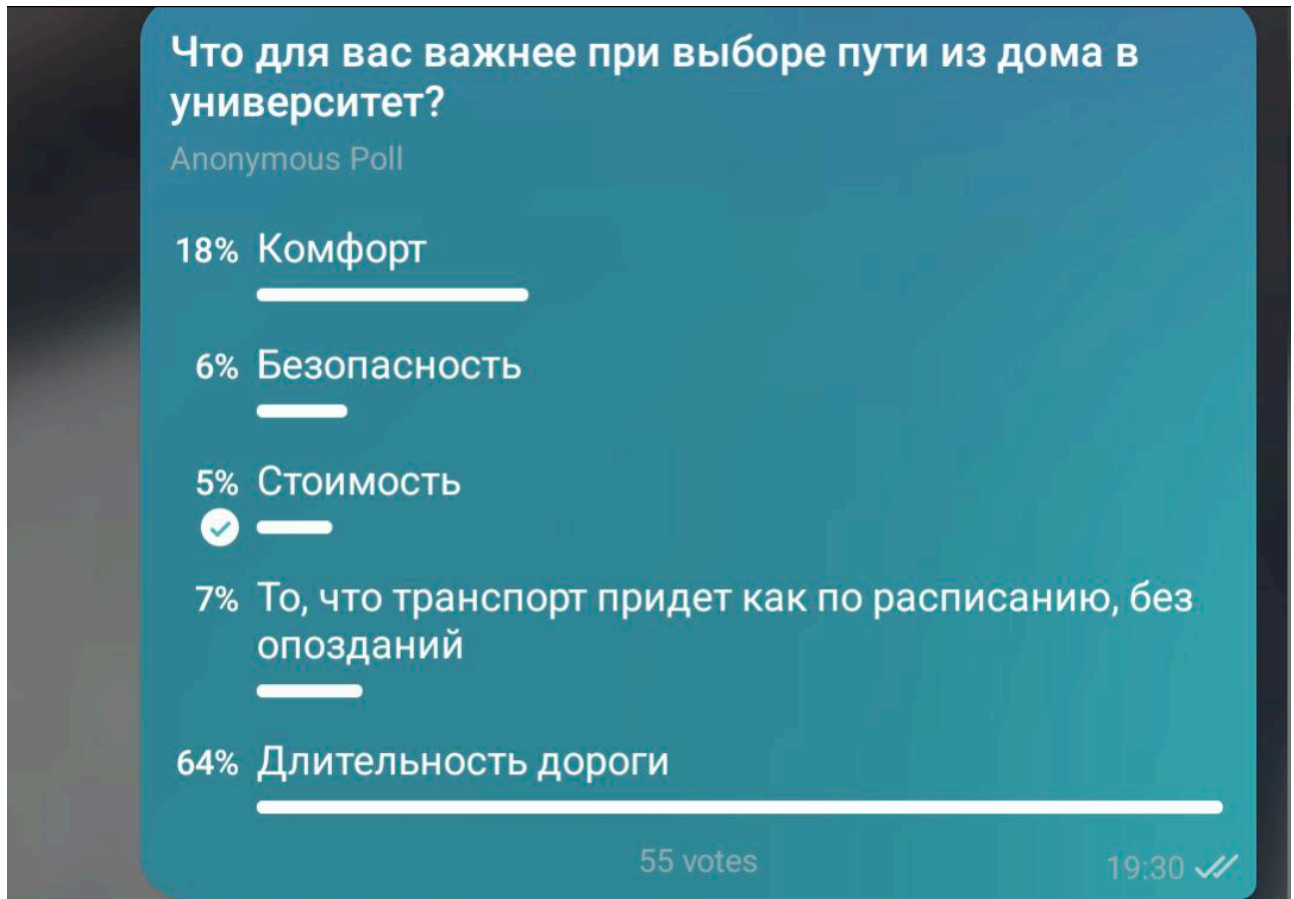
Насколько баллов оцените комфорт поездки на каршеринге

55 ответов



- Безопасность данного метода зависит только от шанса попасть в ДТП по пути, так что мы взяли данные из [статьи](#) из предыдущего пункта и внесли в табличку 40%

Более того мы провели второй опрос, чтобы определить насколько важен студентам тот или иной фактор:



тогда:

$$w_c = 0,18$$

$$w_s = 0,06$$

$$w_p = 0,05$$

$$w_d = 0,07$$

$$w_t = 0,64$$

- с. Для математической модели необходимо полученные данные нормировать и определить какие критерии минимизируются, а какие максимизируются:
1. Стоимость, время, риск и задержки - критерии, которые необходимо минимизировать, комфорт - максимизировать.
 2. Отнормировали критерии с помощью мин-макс нормализации и по формуле:

► Будем предполагать, что все критерии надо максимизировать:

► Мин-макс нормализация:
$$a'_i = \frac{a_i - \min_k a_k}{\max_k a_k - \min_k a_k}$$

Всего у нас 5 критериев, тогда нормируем стоимость, время, риск и задержки по формуле выше, а комфорт по формуле:

$$\text{comfort} = 1 - (\text{comfort}_i - \text{comfort}_{\min}) / (\text{comfort}_{\max} - \text{comfort}_{\min})$$

тогда взвешенные веса считаем так:

общая формула:

$$w_{\text{all}} = (w_p * P_i + w_t * T_i + w_d * D_i + w_c * C_i + w_s * S_i)$$

- такси:

$$f_x = \text{ОКРУГЛ}((\$L\$8 * G2 + \$L\$9 * K2 + \$L\$10 * O2 + \$L\$11 * Q2 + \$L\$12 * S2), 4)$$

- мцд+метро+пешком:

$$x = \text{ОКРУГЛ}((\$L\$8 * G3 + \$L\$9 * K3 + \$L\$10 * O3 + \$L\$11 * Q3 + \$L\$12 * S3), 4)$$

- мцд+метро+трамвай:

$$= \text{ОКРУГЛ}((\$L\$8 * G4 + \$L\$9 * K4 + \$L\$10 * O4 + \$L\$11 * Q4 + \$L\$12 * S4), 4)$$

- автобус+метро:

$$f_x = \text{ОКРУГЛ}((\$L\$8 * G5 + \$L\$9 * K5 + \$L\$10 * O5 + \$L\$11 * Q5 + \$L\$12 * S5), 4)$$

- каршеринг:

$$= \text{ОКРУГЛ}((\$L\$8 * G6 + \$L\$9 * K6 + \$L\$10 * O6 + \$L\$11 * Q6 + \$L\$12 * S6), 4)$$

и наша математическая модель имеет дискретный вид, потому что в итоге мы выбираем ехать одним путем. Тогда итоговая целевая функция имеет вид:

$$\min \text{rout} = (\sum \{n\}_{i=1} (x_i * (w_p * P_i + w_t * T_i + w_d * D_i + w_c * C_i + w_s * S_i)))$$

где:

$x_i = 1$, если путь выбран

$x_i = 0$, иначе

и

$$w_p + w_t + w_d + w_c + w_s = 1$$

d.

FREE TRIAL

6 days, 23 hours, 14 minutes remaining

Objective Function Cell: ?

Cell Reference: Z1 Min / Max? Minimize

Decision Variables: ?

Cell Reference or Range: L8:L12

Add Variables

Constraints: ?

☒ Enforce Decision Variable

☒ Non-Negativity

LHS: Z2 Operator: = RHS: 1

Add Constraints

Solution Method: Nonlinear

Solve

Increment

	T	U
	Взвешенный вес	приоритеты при выборе
1	0.5201	3
2	0.2289	1
3	0.5199	2
4	0.3822	5
5	0.3807	4

w_t - вес по цене	0.428997
w_p - вес по времени	-0.000001
w_d - вес по задержке	0.234292
w_c - вес по комфорту	0.336713
w_s - вес по безопасности	-0.000001

AA4

	Мин. время(минуты)	Макс. время(минуты)	среднее время(минуты)	Норм. значение времени	Мин. задержка(минуты)	Макс. задержка(минуты)	Средняя задержка(минуты)	Норм. значение задержки	Комфорт
1	58	96	77	0.32	3	20	11.5	0.389	
2	69	69	69	0	5.5	10.5	8	0	
3	72	72	72	0.12	14.5	19.5	17	1	
4	87	101	94	0.4	4	6	4	0.194	
5	58	97	77.5					0.5	

Number Engine has found a solution to your optimization problem.

The value of the objective function was optimized to: 0.2957

Function Evaluations: 74

Constraint Violation: 0.000001

OK

Optimization Solver - Free Trial

Constraints: ?

☒ Enforce Decision Variable

☒ Non-Negativity

LHS: Z2 Operator: = RHS: 1

Add Constraints

Solution Method: Nonlinear

Solve

Increment

1.5

Tolerance: 1.0e-6

Iterations: 100

Evolution: 500

NUMBER ENGINE

е. Во время нашего исследования построена и решена модель линейного программирования, направленная на выбор оптимального маршрута от общежития до университета. Мы рассмотрели 5 возможных варианта пути: такси, каршеринг,

мцд+метро+пешком, мцд+метро+трамвай, автобус+метро. В результате после проведения опроса и определение важности критериев для студентов, самым оптимальным путем стал - мцд+метро+пешком. Аналогичные результаты вышли и после решения задачи через надстройку "Поиск решения".

Такие результаты говорят нам о том, что студентам "Высшей школы экономики" важен критерий не только длительности пути, но и минимизация финансовых расходов, повышения комфорта и так далее. Такая расстановка приоритетов отражает рациональный образ мыслей студентов, которые хотят балансировать длительность дороги и комфорт, надежность.

В итоге данная модель линейного программирования позволяет оценить важность каждого критерия на выбор маршрута для студента и подобрать самый оптимальный.

Данное домашнее задание оказалось крайне интересным, так как помогло решить актуальную проблемы для всех студентов. Более того задание показало новые инструменты для работы с excel, которые могут пригодиться в будущем. Данные факторы помогли с интересом и удовольствием сделать данную домашнюю работу.