

Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение
средняя общеобразовательная школа № 17
Василеостровского района Санкт-Петербурга



Исследовательская работа
**«Расчет оптимального количества касс
в круглосуточном магазине
самообслуживания»**

Авторы работы:

Афони́на Викто́рия, 7 б класс

Долби́н А́ртем, 7 б класс

Руководитель:

Козя́кова О.В.,

учитель математики

Санкт-Петербург

2017 год

Содержание работы

Аннотация	3
Содержание проекта	4
Подготовительный этап	5
Этап расчетов	7
Этап подведения итогов и их интерпретация	10
Приложение 1	12
Приложение 2	14

Аннотация проекта

У нашего одноклассника Максима мама работает кассиром в круглосуточном магазине самообслуживания. Осенью он приходил к маме на работу и увидел, что в разное время в магазине разное количество покупателей. Бывают очереди в кассах. А иногда совсем никого. И тогда все кассиры сидят без дела. Получается, что рабочее время кассиров используется нерационально. Максим поделился своими мыслями с нами, и мы решили изучить эту проблему, провести исследование и найти оптимальный вариант ее решения.

Ни для кого не секрет, что при больших очередях на кассе покупатели остаются недовольны, и впечатление о магазине становится негативным. В следующий раз люди подумают, несмотря на широкий ассортимент и низкую цену товаров, а стоит ли терять свое время, ведь время – деньги? Помимо всего этого, при неправильном планировании или вовсе отсутствии планирования работы кассовой зоны возможны простои в работе кассиров, поскольку в тот или иной период рабочего дня поток покупателей колеблется.

Команда разработчиков проекта подтверждает, что идеи принадлежат членам команды, и работа над проектом ведется непосредственно членами команды.

В результате нашей работы появился предлагаемый Вашему вниманию проект, который был представлен в ГБОУ СОШ № 17, а также результаты наших расчетов продемонстрированы администрации магазина ООО «Доступный». (Отзыв администрации представлен в приложении 2.)

Содержание проекта

Планирование работы кассовой линии – это часть управления магазином, заключающаяся не только в разработке и практическом осуществлении планов, которые будут определять будущую загруженность кассовой зоны.

Гипотеза состоит в следующем: использование оптимального количества кассовых линий, включенных в работу, в течение суток позволит создать условия для покупателей без очередей и сэкономить затраты администрации магазина на заработную плату.

Целью нашего проекта является разработка примерных рекомендаций администрации магазина для оптимального планирования работы кассовой линии в течение дня.

Для наилучшего достижения данной цели необходимо решение следующих **задач**:

- 1) провести наблюдения за посещаемостью магазина в течение суток в течение контрольного периода для подсчета количества покупателей;
- 2) составление математической модели, описывающей объем клиентопотока магазина по будним и выходным дням;
- 3) поиск оптимального решения математической модели;
- 4) интерпретация результатов и составление примерных рекомендаций.

В качестве **объекта исследования** был выбран магазин «Доступный», находящийся в микрорайоне ГБОУ СОШ № 17 Санкт-Петербурга, в котором работает мама нашего одноклассника. В магазине предполагается использование до 3-х кассовых линий одновременно.

Участники исследования: ученики 7 «б» класса Афолина Виктория и Долбин Артем, а также мама одноклассника Громова А.И.

Время исследования – ноябрь – декабрь 2016 года.

Методы исследования: наблюдение, создание математической модели.

Подготовительный этап

В течение ноября 2016 года нами проводились подсчеты числа покупателей. Для этого мы попросили помощи у мамы одноклассника, поскольку в будние дни мы находились на занятиях. После уроков и по выходным мы вели подсчеты самостоятельно. Кроме того, посещая магазин вместе с родителями и самостоятельно, мы сделали замеры времени, которое требуется на обслуживание на кассе одного покупателя. Ноябрь был выбран нами не случайно: в этом месяце нет большого количества праздничных и выходных дней, когда количество клиентов магазина может сильно отличаться от среднестатистического.

В результате наблюдения и расчетов было подсчитано, что в будние дни количество покупателей составляет около 600, а выходные дни – около 800 человек. То есть все кассы за день пробивают 600 чеков.

(Результаты наблюдений представлены в приложении.)

Для удобства восприятия информации средние данные представлены в виде графиков.

График 1. Примерный клиентопоток в течение дня (будни).



Как видно из диаграммы, количество покупателей резко возрастает в 17:00 и продолжается это до 22:00. Затем их становится менее среднего значения (50 клиентов).

График 2. Примерный клиентопоток в течение дня (выходные).



Согласно диаграмме, количество покупателей достигает пика с 13:00 до 20:00.

Этап расчетов

Часть 1. Расчет оптимального количества касс в будние дни.

В самом начале приведем расчеты, касающиеся среднего клиентопотока.

- 1) $600 \text{ покупателей} : 24 \text{ часа} = 25 \text{ человек в час}$ – среднее количество покупателей.
- 2) $25 \text{ человек в час} : 60 \text{ минут} = 0,42 \Rightarrow 1 \text{ человек в минуту}$
- 3) $1 \text{ человек в минуту} * 5 = 5 \text{ человек за 5 минут}$ (среднее время обслуживания клиента)
- 4) $5 \text{ человек} : 3 = 1,67 \Rightarrow 2 \text{ кассы}$ – оптимальное количество касс при равномерном клиентопотоке, при котором в очереди будет находиться не более 3 покупателей.

В течение дня и в зависимости от дня недели наплыв покупателей может колебаться, поэтому 2 кассы – это не окончательный ответ.

Часть 2. Расчет оптимального количества касс в выходные дни.

Далее рассмотрим выходные дни. По условию задачи, в выходные дни количество покупателей составляет около 800.

Тогда, произведем следующие расчеты, касательно среднего клиентопотока по аналогии с буднями:

- 1) $800 : 24 \text{ часа} = 33,33 \text{ человека}$ – среднее количество покупателей
- 2) $33 : 60 = 0,55 \Rightarrow 1 \text{ человек}$
- 3) $1 * 7 = 7$ (7 минут – обслуживание одного клиента)
- 4) $7 : 3 = 2,33 \Rightarrow 3 \text{ кассы}$ – требуемое количество касс при равномерном клиентопотоке в выходные.

Количество касс в часы пик:

- 1) $75 \text{ клиентов в часы пик} : 60 \text{ минут} = 1,25 \text{ человека}$ – в минуту
- 2) $1,25 * 7 = 8,75 \Rightarrow 9 \text{ покупателей за 7 минут}$
- 3) $9 : 3 = 3 \text{ кассы}$

Часть 3. Экономии средств на заработную плату с учетом использования оптимального числа кассовых линий в течение месяца

Рассчитаем расходы на оплату труда персонала

По данным интернет-ресурса «Яндекс.Работа» (на 13.12.2016), средняя зарплата кассиров гипермаркетов Санкт-Петербурга колеблется в пределах 30 000 рублей за смену в 12 часов. Отсюда следует, что $(30\ 000 \text{ рублей} : 20 \text{ дней}) : 12 \text{ часов} = 125 \text{ рублей}$ – ставка за 1 час работы.

Рассчитаем заработную плату персонала отдельно в будние дни, отдельно в выходные.

В будние дни на протяжении 18 часов будет работать 2 кассы, в час-пик – 3 кассы, то есть 1 дополнительная.

Зарплата постоянных кассиров:

$2 \text{ кассы} * 2 \text{ смены} = 4 \text{ работника}$

$4 * 30\ 000 = 120\ 000 \text{ рублей в месяц}$

Зарплата дополнительных (внештатных) сотрудников, почасовая:

$1 \text{ касса} * 6 \text{ часов} = 6 \text{ часов в день}$ работает дополнительный кассир

$6 * 20 \text{ дней} = 120$

$120 * 125 \text{ руб/час} = 15\ 000 \text{ рублей в месяц}$

Общая сумма: 15 000 рублей.

Если нанимать кассиров на постоянную работу, при этом открывать 3 кассы, то зарплата составит:

$3 \text{ кассы} * 2 \text{ смены} = 6 \text{ работников}$

$6 * 30\ 000 = 180\ 000 \text{ рублей.}$

Экономия: $180\ 000 - 135\ 000 = 45\ 000 \text{ рублей.}$

В выходные дни на протяжении 17 часов будет работать 2 кассы, в час-пик – 3 кассы, то есть 1 дополнительная.

Зарплата постоянных кассиров:

$2 \text{ кассы} * 2 \text{ смены} = 4 \text{ работника}$

$4 * 15\ 000$ (выходных дней – 10, будних – 20, соответственно зарплата не 30 000 рублей, а 15 000 рублей) = 60 000 рублей в месяц только за ВЫХОДНЫЕ.

Зарплата дополнительных (внештатных) сотрудников, почасовая:

$1 \text{ касса} * 7 \text{ часов} = 7 \text{ часов}$ в день работает дополнительный кассир

$7 * 10 \text{ дней} = 70$

$70 * 125 \text{ руб/час} = 8\ 750$ рублей в месяц за выходные.

Общая сумма: 68 750 рублей

Если нанимать кассиров на постоянную работу, при этом открывать 3 кассы, то зарплата составит:

$3 \text{ кассы} * 2 \text{ смены} = 6$ работников

$6 * 15\ 000 = 90\ 000$ рублей – зарплата только за выходные дни

Экономия: $90\ 000 - 68\ 750 = 21\ 250$ рублей.

Общая сумма экономии на оплате труда за весь месяц:

Зарплата без учета планирования работы кассовой линии $180\ 000 + 90\ 000 = 270\ 000$ рублей

Зарплата с учетом планирования работы кассовой линии $135\ 000 + 68\ 750 = 203\ 750$ рублей

Экономия = $270\ 000 - 203\ 750 = 66\ 250$ рублей.

Этап подведения итогов и их интерпретация

Проведенные наблюдения и вычисления показывают, что поток покупателей неравномерен в течение дня, а значит, постоянное использование 3 касс нерационально. А вот включение третьей кассы по мере необходимости позволит уменьшить нагрузку на кассовые линии и снизить затраты администрации магазина на заработную плату.

Таким образом, наша гипотеза полностью подтвердилась.

Именно в пиковые часы мы предлагаем нанять дополнительных кассиров, которые не будут находиться на работе в течение всей смены, а лишь в пиковые часы, в часы наплыва покупателей.

В зависимости от того, в какие часы клиентопоток будет усиливаться, к этому времени и будет приходиться дополнительный кассир на работу.

Для того, чтобы скорректировать приведенную нами схему оптимального планирования работы кассовой линии, мы предлагаем использовать один из следующих способов:

1) Поставить счетчики посетителей:

В настоящее время распространены два вида счетчиков посетителей магазина:

А) С установлением ИК-луча непосредственно на противокражных воротах, которые синхронизируется с кассой магазина

Б) С установлением датчика учета посетителей на входе. В отличие от первого вида счетчиков, результаты здесь могут быть известны лишь в конце рабочего дня, соответственно, этот метод для нас менее эффективен.

Можно модернизировать эти датчики и встроить их в тележки.

Суть этого способа заключается в том, что, во-первых, он будет фиксировать точное количество покупателей, а это является важной информацией для статистического накопления информации, а также быстрой реакции администрации магазина, если возникает наплыв покупателей, что нужно заранее позаботиться и вызвать кассира для открытия кассовых линий.

2) Нанять человека, который будет фиксировать количество тележек в кассовой зоне в течение рабочего дня. С помощью его статистики так же можно будет определить часы увеличения клиентопотока, при котором среднее количество кассиров не будет справляться и необходимо нанимать дополнительных кассиров. Затраты на заработную плату этого специалиста будут временными – на время исследования. Либо можно вменить эти измерения в обязанности администратора магазина.

Приложение 1.

Количество посетителей магазина в течение суток за ноябрь месяц.

(данные получены путем наблюдения)

	1.11	2.11	3.11	4.11	5.11	6.11	7.11	8.11	9.11	10.11	11.11	12.11	13.11	14.11	15.11
0:00 - 1:00	3	4	4	3	6	5	5	3	4	5	3	5	7	3	4
1:00 - 2:00	5	6	5	6	4	6	4	4	4	5	5	3	6	5	4
2:00 - 3:00	6	5	7	5	7	5	3	5	6	7	6	7	9	5	3
3:00 - 4:00	7	8	9	8	5	6	6	7	8	9	8	4	6	7	4
4:00 - 5:00	4	5	8	7	5	7	3	4	4	5	5	6	8	4	2
5:00 - 6:00	8	9	10	9	6	5	8	6	5	4	9	5	9	6	7
6:00 - 7:00	6	5	7	8	4	7	5	5	3	2	5	5	7	5	3
7:00 - 8:00	8	9	8	9	10	13	10	8	9	8	11	9	10	9	9
8:00 - 9:00	14	13	15	12	14	16	19	15	12	11	16	12	15	17	18
9:00 - 10:00	17	15	16	18	25	27	24	18	17	16	26	27	25	25	22
10:00 - 11:00	24	22	22	26	33	36	29	25	22	23	28	36	35	29	28
11:00 - 12:00	26	25	28	29	45	49	26	23	26	28	26	45	43	24	25
12:00 - 13:00	22	26	29	32	70	69	26	24	25	26	30	69	68	29	24
13:00 - 14:00	25	26	27	29	69	73	22	26	28	29	28	68	67	26	23
14:00 - 15:00	30	31	33	30	73	75	38	29	30	32	39	71	69	38	35
15:00 - 16:00	36	38	39	35	65	68	42	38	35	33	43	62	61	42	41
16:00 - 17:00	40	41	42	40	69	71	41	42	41	40	48	68	68	45	40
17:00 - 18:00	59	55	58	59	61	66	68	58	55	52	68	60	59	65	60
18:00 - 19:00	66	63	65	69	56	55	65	65	63	62	72	54	52	71	69
19:00 - 20:00	69	68	69	73	45	49	76	69	68	69	78	44	43	75	74
20:00 - 21:00	64	66	63	70	38	36	70	67	66	63	76	39	37	74	71
21:00 - 22:00	23	26	28	27	29	29	19	24	28	29	29	28	25	26	21
22:00 - 23:00	16	19	22	25	20	26	15	14	16	15	15	21	24	13	11
23:00 - 0:00	9	13	11	13	16	18	9	9	11	9	12	17	15	9	9
	587	598	625	642	775	817	633	588	586	582	686	765	768	652	607

	16.11	17.11	18.11	19.11	20.11	21.11	22.11	23.11	24.11	25.11	26.11	27.11	28.11	29.11	30.11
0:00 - 1:00	3	2	3	8	7	4	2	4	3	5	6	7	3	5	4
1:00 - 2:00	3	4	4	9	8	5	5	5	4	5	7	9	5	5	6
2:00 - 3:00	5	6	4	8	7	6	5	8	6	7	8	8	5	6	5
3:00 - 4:00	6	5	6	8	6	7	4	6	5	6	5	6	6	5	7
4:00 - 5:00	3	4	3	7	7	5	6	5	4	5	9	9	4	6	5
5:00 - 6:00	6	8	6	10	11	7	8	10	6	9	8	12	8	7	9
6:00 - 7:00	4	5	3	11	9	6	4	6	5	6	6	11	7	10	9
7:00 - 8:00	8	8	7	10	10	9	7	4	8	9	11	13	10	15	12
8:00 - 9:00	16	14	13	15	14	15	11	13	12	15	16	17	16	15	17
9:00 - 10:00	24	22	19	27	29	23	18	21	19	22	24	31	23	22	23
10:00 - 11:00	27	30	25	36	39	31	23	28	24	28	34	42	20	26	22
11:00 - 12:00	21	24	22	49	48	26	20	26	22	29	41	51	27	29	29
12:00 - 13:00	26	23	24	68	69	28	22	31	26	31	66	70	29	33	30
13:00 - 14:00	25	26	23	71	68	24	28	28	23	27	68	69	24	28	23
14:00 - 15:00	34	32	31	74	73	33	30	33	29	36	69	75	31	35	30
15:00 - 16:00	39	38	36	66	65	42	37	39	35	40	63	66	36	39	38
16:00 - 17:00	42	44	41	68	69	43	42	43	40	45	65	71	41	43	40
17:00 - 18:00	58	62	59	66	63	61	56	62	60	66	58	65	59	58	56
18:00 - 19:00	67	66	61	59	55	68	62	65	63	67	57	54	62	68	65
19:00 - 20:00	71	73	70	48	47	74	68	69	66	75	41	48	69	72	68
20:00 - 21:00	69	68	66	38	39	67	63	68	62	69	38	38	64	66	67
21:00 - 22:00	19	25	22	31	29	24	15	25	13	28	26	29	16	26	19
22:00 - 23:00	14	16	13	25	28	15	11	15	9	18	21	27	13	19	14
23:00 - 0:00	8	11	7	20	21	14	8	9	8	12	12	23	9	7	12
	598	616	568	832	821	637	555	623	552	660	759	851	587	645	610

В школу № 17
Василеостровского района

Отзыв

Администрация ООО «Доступный» благодарит учащихся ГБОУ СОШ № 17 за проделанную работу и работников школы за проведение научно-исследовательской работы, связанной с жизнью людей.

Со своей стороны, сотрудники ООО изучат результаты работы и при наличии условий попробуют внедрить их в практику.

Заместитель директора
ООО «Доступный»



Шахозиев
Аслан Гасанович