

Косоговский Богдан Викторович,
аспирант,
кафедра Бизнес-информатики,
ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»
Донецк, Российская Федерация

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОННОЙ КОММЕРЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИМИТАЦИОННОГО ПОДХОДА

Аннотация:

В статье рассматривается имитационное моделирование эффективного функционирования систем электронной коммерции в среде Powersim. Исследование включает в себя диаграмму причинно-следственных связей, которая служит основанием для построения имитационной модели и отображает наиболее существенные связи в модели. Также в работе представлены основные формулы, которые используются в процессе моделирования. Для оценки эффективности функционирования используются такие показатели как количество успешных транзакций и отмененных заказов.

Ключевые слова:

Имитационное моделирование, системная динамика, Powersim, электронная коммерция, конверсия, интернет-магазин.

Развитие цифровых технологий повлекло за собой такие изменения, которые не поддавались прогнозированию. Коммерческая деятельность регулярно сталкивалась с новыми испытаниями, которые ей предоставляла внешняя среда. Одним из таких испытаний стало повсеместное развитие интернета, что повлекло за собой увеличение степени динамизма, стохастичности и сложности протекающих в экономике процессов.

Степень влияния цифровых технологий на развитие отраслей экономики не имеет аналогов. Во многом такое положение дел обусловлено значительным сокращением жизненного цикла инноваций, внедряемых в различные процессы предприятий.

В начале XXI в. стала активно развиваться сфера цифровых продуктов и услуг, предоставляемых посредством сети интернет. Благодаря спросу на такие услуги возникли новые поисковые системы, социальные сети и т. п., что, в свою очередь, повлекло за собой увеличение количества организаций, занимающихся электронной коммерцией.

Электронная коммерция стала неотъемлемой частью процесса приобретения товаров и оказания различных услуг, т. к. предоставляет широкий ассортимент с помощью онлайн-сервисов.

В ходе исследования было установлено, что текущая система функционирования систем электронной коммерции не является оптимальной. В связи с этим была разработана диаграмма причинно-следственных связей, которая служит основой для построения имитационной модели в среде Powersim.

Данная диаграмма представлена на рисунке 1, и представляет собой графический способ исследования и определения наиболее существенных причинно-следственных взаимосвязей между факторами и последствиями в исследуемой ситуации или проблеме.

На диаграмме присутствует положительный контур: Количество посетителей – Добавление товара – Успешные транзакции – Продажи – Удовлетворенные клиенты – Постоянные клиенты – Вернувшиеся посетители. Чем больше количество посетителей, тем больше добавлений товаров в корзину и тем больше успешных транзакций. Успешные транзакции увеличивают количество продаж, а они, в свою очередь, приводят к росту удовлетворенных клиентов, что увеличивается количество постоянных клиентов и, следовательно, вернувшихся посетителей. Следовательно, количество постоянных клиентов увеличивает возврат посетителей, а возврат посетителей увеличивает количество посетителей в следующем периоде, образуя замкнутый контур.

Второй замкнутый контур на диаграмме включает в себя: Количество посетителей – Добавление товара – Успешные транзакции – Несвоевременная доставка – Неудовлетворенные клиенты – Отказ от покупки – Продажи – Удовлетворенные клиенты – Постоянные клиенты – Вернувшиеся посетители. Данный контур является отрицательным. Количество посетителей увеличивает добавление товара, что приводит к увеличению числа успешных транзакций, однако также увеличивает количество несвоевременно доставленных товаров, т.к. при доставке больших партий товара время от времени возникают различные трудности. Несвоевременная доставка товара увеличивает неудовлетворенных клиентов, а количество неудовлетворенных клиентов приводит к росту числа отказа от покупок, что снижает продажи, количество удовлетворенных и постоянных клиентов, а также вернувшихся посетителей и приводит к образованию отрицательного замкнутого контура.

Также на диаграмме присутствует третий замкнутый контур: Количество посетителей – Добавление товара – Успешные транзакции – Несвоевременная доставка – Неудовлетворенные клиенты. Он похож на предыдущий и тоже является отрицательным.

Диаграмма причинно-следственных связей модели эффективного функционирования системы электронной коммерции служит основанием для построения имитационной модели в ПП Powersim. Для этого необходимо описать основные формулы, используемые в модели.

В качестве основных формул используются следующие:

- конверсия продаж;
- сезонность спроса;
- общее количество посетителей;
- успешные транзакции;
- коэффициент брошенных корзин.

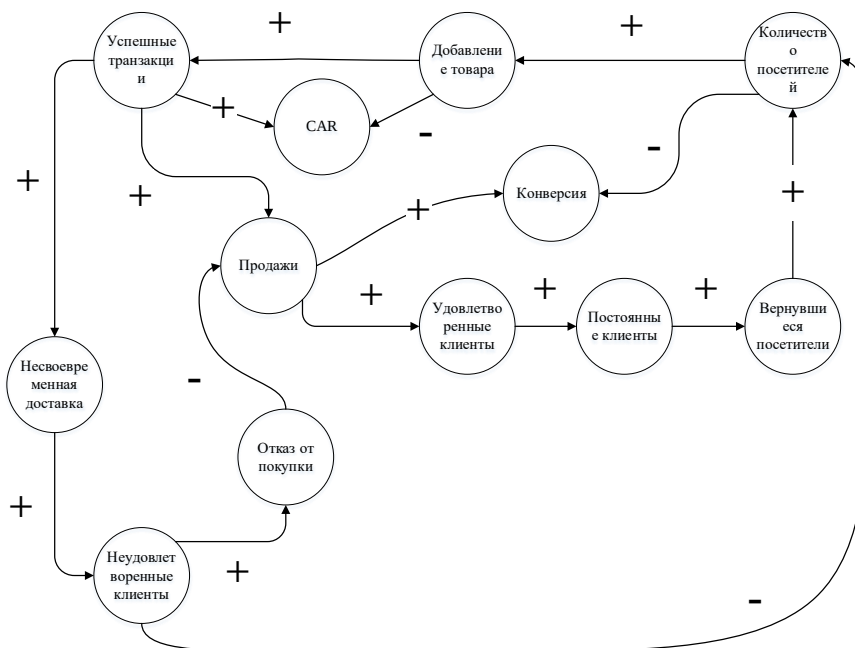


Рисунок 1 – Диаграмма причинно-следственных связей модели эффективного функционирования системы электронной коммерции

Одним из основных показателей, характеризующих эффективность функционирования систем электронной коммерции, является конверсия.

Конверсия продаж – это показатель, который представляет собой отношение посетителей сайта, выполнивших целевое действие, к общему количеству посетителей. Измеряется показатель в процентах, а под целевым действием, применительно к системам электронной коммерции, понимают покупку товара.

Успешная конверсия по-разному трактуется продавцами, рекламодателями или поставщиками контента. К примеру, для продавца успешная конверсия будет означать операцию покупки потребителем, который заинтересовался в продукте, нажав на соответствующий рекламный баннер. Для поставщика контента успешная конверсия может быть регистрацией посетителей на сайте, подпиской на почтовую рассылку, скачиванием программного обеспечения или какие-либо другие действия, ожидаемые от посетителей.

Формула конверсии продаж имеет следующий вид:

$$C = \frac{S}{V} * 100\%, \quad (1)$$

где S – продажи;

V – общее количество посетителей.

Далее необходимо рассмотреть сезонность спроса. Она представляет собой показатель, который отображает колебания спроса в различные временные периоды. На нее могут оказать влияние экономические и политические факторы, тренды, изменения погодных условий, праздники (например, Новый год) и т. п.

Сезонность спроса рассчитывается по следующей формуле:

$$SZ = \begin{cases} U * JAN, \text{ если } t = 1; \\ U * FEB, \text{ если } t = 2; \\ U * MAR, \text{ если } t = 3; \\ U * APR, \text{ если } t = 4; \\ U * MAY, \text{ если } t = 5; \\ U * JUN, \text{ если } t = 6; \\ U * JUL, \text{ если } t = 7; \\ U * AUG, \text{ если } t = 8; \\ U * SEP, \text{ если } t = 9; \\ U * OCT, \text{ если } t = 10; \\ U * NOV, \text{ если } t = 11; \\ U * DEC, \text{ если } t = 12, \end{cases} \quad (2)$$

где U – количество уникальных посетителей сайта;

JAN – коэффициент популярности в январе;

FEB – коэффициент популярности в феврале;

MAR – коэффициент популярности в марте;

APR – коэффициент популярности в апреле;

MAY – коэффициент популярности в мае;

JUN – коэффициент популярности в июне;

JUL – коэффициент популярности в июле;

AUG – коэффициент популярности в августе;

SEP – коэффициент популярности в сентябре;

OCT – коэффициент популярности в октябре;

NOV – коэффициент популярности в ноябре;

DEC – коэффициент популярности в декабре;

t – время.

Для расчета показателя сезонности спроса был выбран запрос «Ozon», т. к. этот маркетплейс является одним из крупнейших в РФ. Динамика популярности запроса «Ozon» по данным Google Trends представлена на рисунке 2.

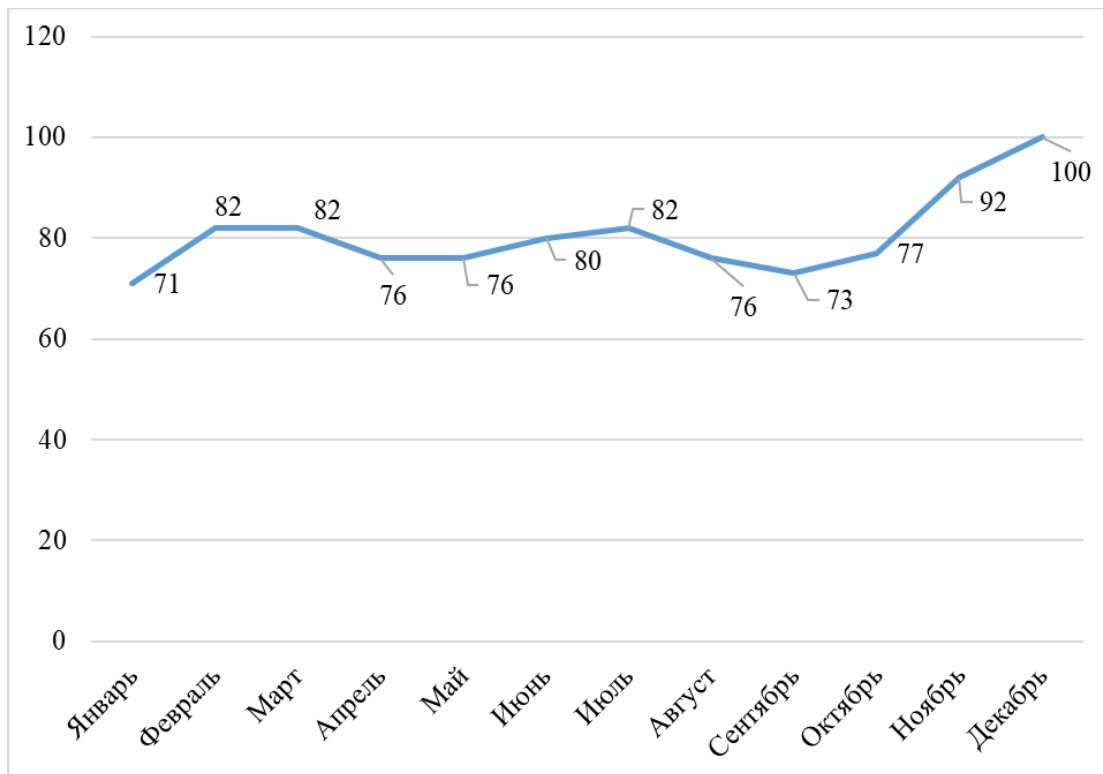


Рисунок 2 – Динамика популярности запроса «Ozon» в 2023 году [1]

Общее количество посетителей имеет следующую формулу:

$$V = SZ + KP + VP_{t-1} - NK_{t-1}, \quad (3)$$

где KP – количество переходов от контекстной рекламы;

VP – вернувшиеся посетители;

NK – неудовлетворенные клиенты.

Далее необходимо рассмотреть основные причины отказа от покупки во время оформления заказа. Понимание основных причин позволит в дальнейшем провести оптимизацию имитационной модели для повышения конверсии продаж систем электронной коммерции.

Основные причины отказа от покупки во время оформления заказа представлены на рисунке 3.

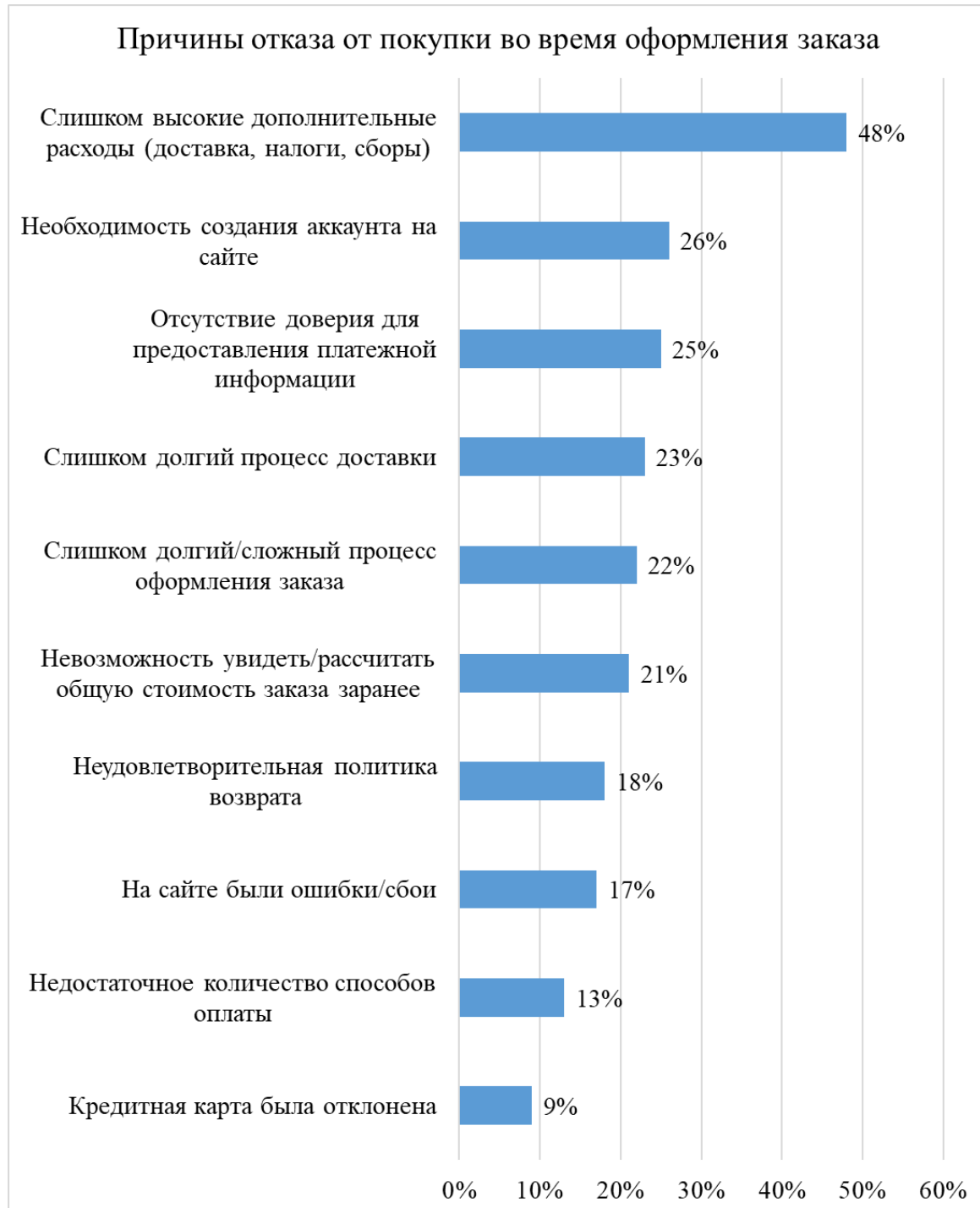


Рисунок 3 – Основные причины отказа от покупки во время оформления заказа [2Ошибка! Источник ссылки не найден.]

В отличие от такой причины отказа как «просмотр товаров», т. е. отсутствие изначальной цели в виде покупки, большинство из рассматриваемых проблем можно устранить при помощи улучшения дизайна и других изменений, не требующих значительных денежных затрат.

Исследование Baymard свидетельствует о том, что 22% онлайн-покупателей в США отказались от заказа исключительно из-за «слишком долгого/сложного процесса оформления заказа». В материале также отмечается,

что оптимально организованный процесс оформления заказа должен содержать от 12 до 14 элементов формы (7–8, если считать только поля). Однако анализ сайтов показал, что средний процесс оформления заказа в США содержит 23,5 элементов формы (14,9, если считать только поля.) При этом для большинства форм можно сократить количество элементов на 20–60%.

Основываясь на исследовании Baymard, была составлена формула успешных транзакций, которая имеет следующий вид:

$$UT = DT * DR * SA * OD * DD * SO * NS * NV * OS * NO * KO, \quad (4)$$

где DT – добавление товара в корзину;

DR – слишком высокие дополнительные расходы (доставка, налоги, сборы);

SA – необходимость создания аккаунта на сайте;

OD – отсутствие доверия для предоставления платежной информации;

DD – слишком долгий процесс доставки;

SO – слишком долгий/сложный процесс оформления заказа;

NS – невозможность увидеть/рассчитать общую стоимость заказа заранее;

NV – неудовлетворительная политика возврата;

OS – на сайте были ошибки/сбои;

NO – недостаточное количество способов оплаты;

KO – кредитная карта была отклонена.

Последняя формула, которую необходимо рассмотреть, представляет собой коэффициент брошенных корзин (CAR – Cart Abandonment Rate). Данный показатель представляет собой процент пользователей, который добавили товар в корзину, но не оформили заказ [3].

Формула имеет следующий вид:

$$CAR = \left(1 - \frac{UT}{DK}\right) * 100\%, \quad (5)$$

где UT – количество успешных транзакций;

DK – количество добавлений в корзину.

Исследователи из Baymard отслеживали среднее значение коэффициента брошенных корзин в течение 14 лет. В настоящее время он составляет 70,19%.

Учитывая основные причины отказа от покупок, владельцы систем электронной коммерции могут оптимизировать сайт, чтобы снизить количество отказов.

Основываясь на представленных выше формулах, была разработана имитационная модель функционирования систем электронной коммерции. Для реализации данной модели был выбран программный продукт Powersim.

Для поиска оптимальных параметров функционирования систем электронной коммерции, было проведено несколько экспериментов. В первом эксперименте учитывались все факторы отказа от покупок, которые представлены в исследовании Baymard. Во втором эксперименте в имитационную модель были внесены корректировки, в ходе которых некоторые факторы, снижающие конверсию, были устранены или существенно снижены.

Поскольку использование моделей по своему определению предполагает ряд упрощений, для реализации имитационной модели были сделаны следующие допущения:

- 6% от общего числа посетителей добавляют товар в корзину;
- несвоевременная доставка происходит в 1% случаев;
- количество переходов представляет собой случайную величину в диапазоне от 5 до 10% от количества показов;
- неудовлетворенные клиенты составляют 90% от числа пользователей, которые получили товар несвоевременно;
- вернувшиеся посетители составляют 80% от числа удовлетворенных покупкой клиентов.

В ходе анализа источников было установлено, что средняя конверсия интернет-магазина колеблется от 0.5 до 2 процентов. Это свидетельствует о том, что большинство посетителей сайта не совершают покупки [4].

На рисунке 4 представлена модель функционирования системы электронной коммерции с использованием имитационного подхода.

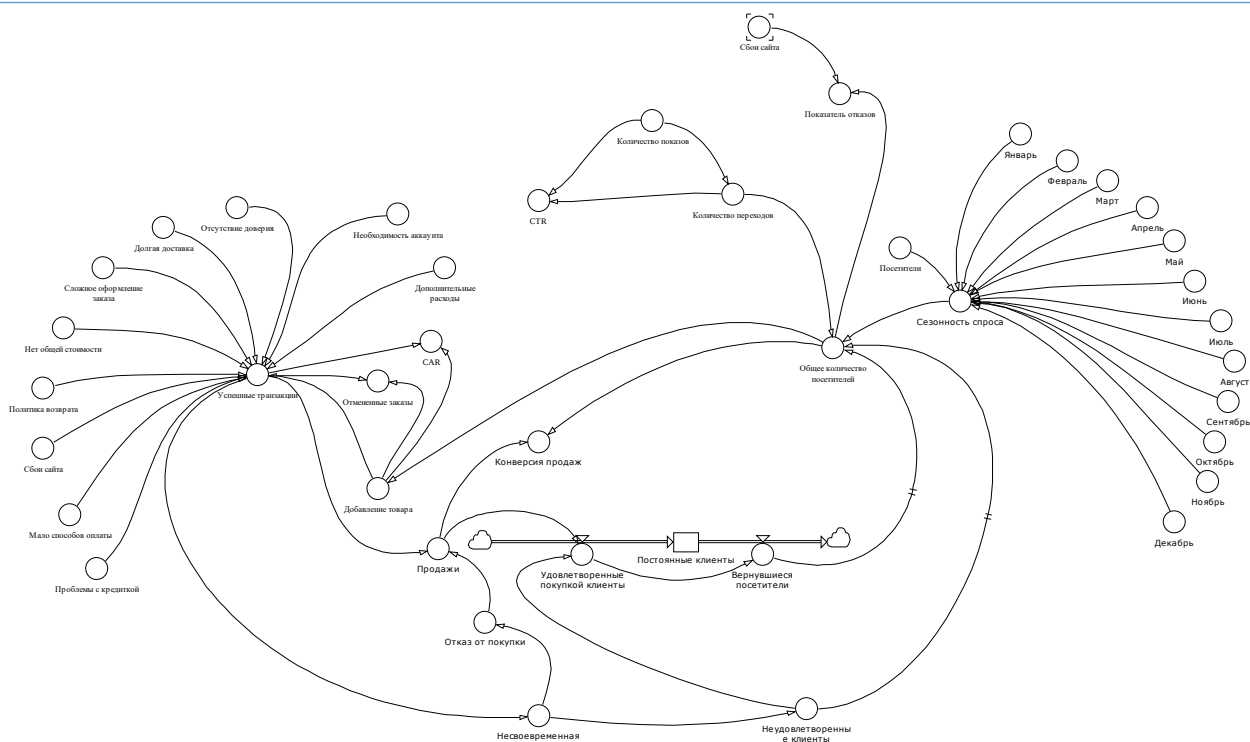


Рисунок 4 – Модель функционирования системы электронной коммерции с использованием имитационного подхода

При моделировании функционирования системы электронной коммерции использовался показатель уникальных посетителей в размере 1 млн человек. Для сезонности спроса были составлены коэффициенты по каждому месяцу, основанные на показателях Google Trends для поискового запроса «Ozon».

Динамика общего количества посетителей представлена на рисунке 5.

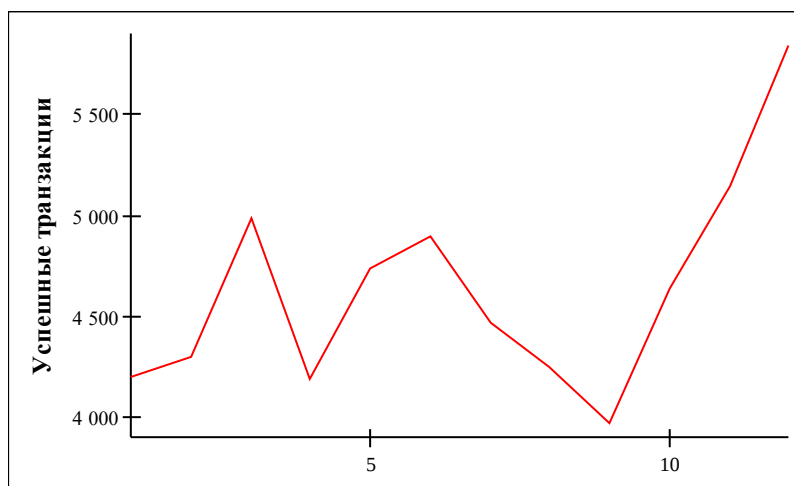


Рисунок 5 – Динамика показателя успешных транзакций без использования оптимизационных мероприятий

Данный график отображает, что количество успешных транзакций колеблется в диапазоне от 4 до 5,7 тыс., достигая пика в декабре месяце, т.к. именно в этот месяц многие товары пользуются наибольшим спросом из-за приближения Нового года.

На рисунке 6 представлена динамика показателя отмененных заказов без использования оптимизационных мероприятий.

Исходя из результатов моделирования, видно, что количество отмененных заказов без использования оптимизационных мероприятий составляет от 50 до 72 тыс. в зависимости от сезонности спроса. Коэффициент брошенных корзин составляет 92%, что превышает среднеотраслевое значение на 22%.

Для повышения эффективности функционирования системы электронной коммерции также было проведено моделирование с учетом разработанных оптимизационных мероприятий. Данные мероприятия направлены на устранение некоторых причин отказа от покупки товара.

На рисунке 7 представлена динамика показателя успешных транзакций с использованием оптимизационных мероприятий.

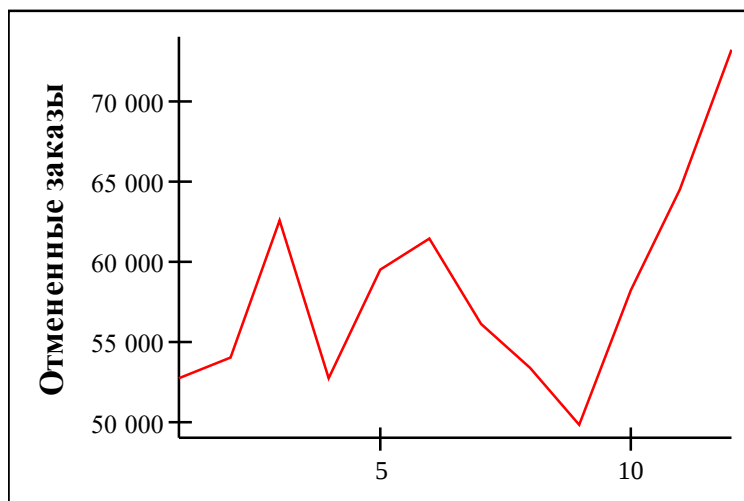


Рисунок 6 – Динамика показателя отмененных заказов без использования оптимизационных мероприятий

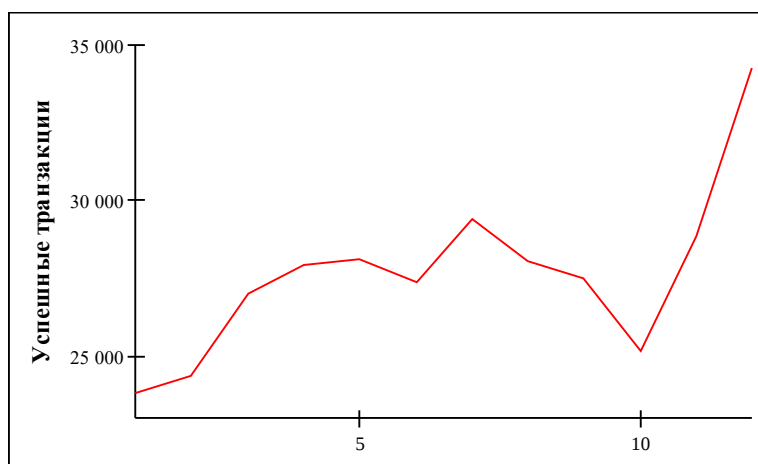


Рисунок 7 – Динамика показателя успешных транзакций с использованием оптимизационных мероприятий

Исходя из данного графика можно установить, что количество успешных транзакций достигает пика в декабре и составляет около 35 тыс., что более чем в 6 раз больше, чем до внедрения оптимизационных мероприятий.

На рисунке 8 представлена динамика показателя отмененных заказов с использованием оптимизационных мероприятий.

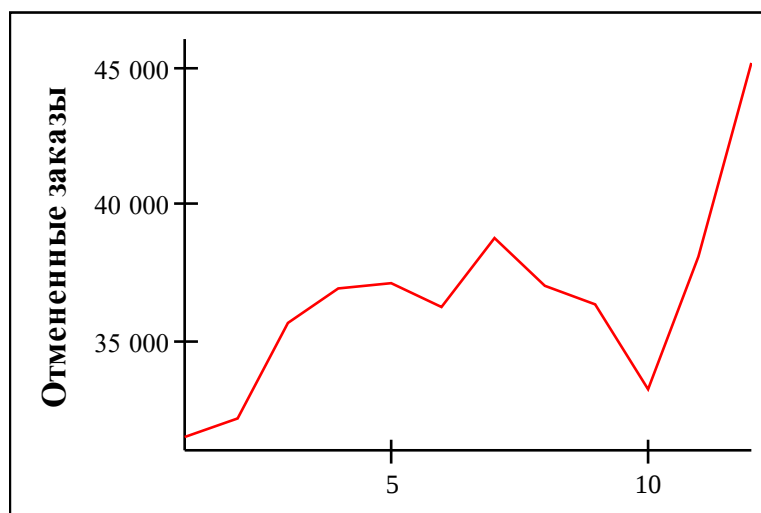


Рисунок 8 – Динамика показателя отмененных заказов с использованием оптимизационных мероприятий

Исходя из представленных данных, видно, что количество отмененных заказов существенно снизилось, и в пиковом значении достигает 45 тыс.

Стоит отметить, что на некоторые причины невозможно оказывать управляющее воздействие. Так, например, если человек заходит в интернет-магазин не с целью покупки товара, а просто посмотреть ассортимент или узнать стоимость какого-либо товара, чтобы в дальнейшем приобрести товар в оффлайн-торговой точке, то преобразовать данного посетителя в клиента будет весьма проблематично, т.к. его цель визита не подразумевает покупку товара, что в свою очередь отрицательно сказывается на конверсии.

Однако, на некоторые причины отказа, такие как сложная навигация на сайте, слишком долгий процесс покупки товара, много проверок безопасности платежа и другие, все же можно повлиять, понизив тем самым количество людей, которые покидают сайт, не совершив в нем покупку.

Благодаря оптимизационным мероприятиям, коэффициент брошенных корзин стал составлять 57%, что на 13% ниже, чем среднеотраслевое значение, а конверсия продаж при этом колеблется в пределах от 2,6% до 2,9%.

Таким образом, в ходе исследования установлено, что в настоящее время к основным причинам отказа от покупки товара относят слишком высокие дополнительные расходы, необходимость создания аккаунта на сайте и отсутствие доверия для предоставления платежной информации. При этом использование оптимизационных мероприятий может значительно повысить эффективность бизнес-процессов в системах электронной коммерции, что приведет к улучшению ключевых показателей, таких как количество успешных транзакций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Динамика поискового запроса «Ozon» [Электронный ресурс] // Google Trends. – URL: <https://trends.google.com/trends/explore?date=2023-01-01%202023-12-31&geo=RU&q=ozon&hl=ru> (дата обращения: 05.12.2024).
2. 49 Cart Abandonment Rate Statistics 2024 [Электронный ресурс] // Baymard. – URL: <https://baymard.com/lists/cart-abandonment-rate> (дата обращения: 05.12.2024).
3. Отслеживание брошенных корзин с помощью Google Analytics: 4 простых шага [Электронный ресурс] // Хабр. – URL: <https://habr.com/ru/articles/552522/> (дата обращения: 05.12.2024).
4. Средняя конверсия интернет-магазина по товарным категориям [Электронный ресурс] // Портал «Shopolog.ru». – URL: <https://www.shopolog.ru/dialogue/srednyaya-konversiya-internet-magazina-po-tovarnym-kategoriyam/> (Дата обращения: 05.12.2024).

Kosogovskii Bogdan,
postgraduate student,
department of Business Informatics
Donetsk State University
Donetsk, Russian Federation

MODELING THE EFFICIENT FUNCTIONING OF E-COMMERCE SYSTEMS USING A SIMULATION APPROACH

Abstract:

The article considers the simulation modeling of the effective functioning of e-commerce systems in the Powersim environment. The study includes a cause-and-effect diagram, which serves as the basis for constructing a simulation model and displays the most significant relationships in the model. The work also presents the main formulas that are used in the modeling process. To assess the efficiency of functioning, such indicators as the number of successful transactions and canceled orders are used.

Keywords:

Simulation modeling, system dynamics, Powersim, e-commerce, conversion, online store.