Министерство науки и высшего образования РФ   
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

Институт информационных технологий и компьютерных наук

Кафедра автоматизированных систем управления

Курсовая научно-исследовательская работа

по теме: «разработка онлайн-платформы Science-Well для автоматизации процессов взаимодействия преподавателей и учащихся»

Выполнила:   
студент группы БИВТ-18-2

Терещенко А. М.

Проверил:

д.т.н., проф. каф. АСУ   
\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Москва, 2020

**Аннотация**

Целью выпускной квалификационной работы является исследование и разработка путей оптимизации рекламирования продукции на предприятии ОАО «Воронежская кондитерская фабрика».

Объект исследования: ОАО «Воронежская кондитерская фабрика».

Предмет исследования: проблема оптимизации процесса рекламирования продукции на предприятии.

Актуальность темы выпускной квалификационной работы обусловлена необходимостью оптимизации в рекламировании продукции предприятия.

Методами исследования в выпускной квалификационной работе стали методы принятия решений в условиях риска при бесконечном периоде планирования, а именно метод полного перебора и метод итераций по стратегиям.

Результатом выпускной квалификационной работы является разработка алгоритма принятия решений по рекламированию продукции для ОАО «Воронежская кондитерская фабрика», который позволяет максимизировать ожидаемую прибыль предприятия. Многократно упрощаются рутинные операции расчетов, снижается нагрузка на сотрудников PR отдела, уменьшается риск ошибок, минимизируется т.н. «человеческий фактор».

Работа изложена на 19 страницах, содержит 6 таблиц, список использованных источников из 4 наименований.

Содержание

[1 Анализ предметной области 4](#_Toc37962049)

[1.1 Описание задачи и предметной области 4](#_Toc37962050)

[2 Выбор и обоснование методов 6](#_Toc37962053)

[2.1 Анализ процесса рекламирования продукции 6](#_Toc37962054)

[2.2 Обоснование применимости выбранных методов 6](#_Toc37962055)

[2.3 Описание метода полного перебора 7](#_Toc37962055)

[2.4 Описание метода итераций по стратегиям 9](#_Toc37962055)

[3 Решение задачи 12](#_Toc37962057)

[3.1 Решение задачи методом полного перебора 12](#_Toc37962054)

[3.2 Решение задачи методом итераций по стратегиям 15](#_Toc37962054)

[Заключение 18](#_Toc37962058)

[Список использованных источников 19](#_Toc37962059)

# **1 Анализ предметной области**

## 1.1 Описание задачи и предметной области

Управление предприятием предполагает эффективное использование всех технических, экономических, организационных и социальных ресурсов для достижения основных целей его производственно-хозяйственной деятельности — удовлетворения потребностей общества в определенных видах товаров или услуг.

На сегодняшний день процесс рекламирования продукции на большинстве предприятий сопряжен с большим количеством рисков ввиду того, что решение о размещении рекламы нередко принимается почти интуитивно и основывается только на текущем положении со сбытом на предприятии. Кроме того, отсутствие единой стратегии принятия решений о рекламе продукции приводит к спорам внутри предприятия и невозможности построения долгосрочного планирования развития бизнеса. Таким образом, внесение определенности в планирование рекламы не только способствует оптимизации рекламирования в целом, но также положительно влияет на другие процессы управления предприятием.

Именно поэтому ОАО «Воронежская кондитерская фабрика» стремится к тому, чтобы оптимизировать процесс принятия решений о рекламе посредством разработки стратегии принятия решений с использованием методов математического программирования. Решение задачи о рекламы и сбыте продукции позволит предприятию максимизировать ожидаемую прибыль, оплачивая рекламу продукции только в те годы, когда это необходимо.

Суть задачи о рекламе и сбыте продукции некоторой фирмой состоит в следующем: фирма ежегодно, проводя анализ финансовой деятельности, оценивает положение со сбытом своей продукции как хорошее, удовлетворительное и неудовлетворительное. Оценка положения со сбытом позволяет фирме принять решение о целесообразности рекламирования продукции, т.е. одно из допустимых решений: обойтись без рекламы или проводить рекламу. Это требует дополнительных затрат, а цель фирмы – расширить сбыт продукции и получить максимальный доход. Фирма планирует деятельность на бесконечный период времени, и ее интересует оптимальный вариант своих действий, определяющий, когда следует проводить рекламирование продукции.

Таким образом, появилась потребность в разработке стратегии выявления оптимальных решений на бесконечный период времени.

# **2 Выбор и обоснование методов**

## 2.1 Анализ процесса рекламирования продукции

Процесс рекламирования продукции заключается в том, что предприятие ежегодно оценивает положение со сбытом продукции как хорошее, удовлетворительное или неудовлетворительное. По результатам многолетних оценок установлено, что расширение сбыта продукции в текущем году можно считать зависящим лишь от положения со сбытом в предыдущем году.

Для представления случайного процесса марковским необходимо выполнение следующих условий: множество состояний системы – конечно; система рассматривается с реальным временем; система обладает свойством отсутствия последействия. Учитывая сведения о том, как проходит процесс рекламирования, данные выше, а также то, что вероятность положения со сбытом в будущем зависит только от положения со сбытом в настоящем и не зависит от того, когда и каким образом процесс оказался в этом состоянии, процесс изменения положения со сбытом представляет собой марковский процесс с тремя возможными состояниями и дискретным (т.к. решение о рекламе принимается ежегодно) временем.

## 2.2 Обоснование применимости выбранных методов

Поскольку фирма не планирует прекращать свою деятельность в ближайшее время, необходимо рассмотреть случай, когда принятие решений происходит при бесконечном периоде планирования. В такой ситуации процедуры определения оптимального решения имеют свои особенности, в основе которых лежат свойства марковских процессов.

Так, поведение марковского процесса при долгосрочном периоде планирования определяет его независимость от начального состояния системы, иными словами, можно утверждать, что система достигла установившегося состояния. В подобных обстоятельствах имеет смысл искать решения, для которых соответствующие цепи Маркова допускают существование установившегося состояния системы. Совокупность шагов, предшествующих шагам функционирования системы в установившемся состоянии, называется переходным периодом.

Существуют два метода решения задач принятия решений с бесконечным числом шагов.

Первый из них называется методом полного перебора. Данный метод основан на переборе всех возможных стационарных стратегий принятия решений. Для получения оптимального решения проводится оценка эффективности каждой стационарной стратегии. Метод полного перебора рекомендован к применению в тех случаях, когда число элементов множества допустимых решений или число элементов множества всех стационарных стратегий невелико в плане вычислительных затрат.

Второй метод решения задач принятия решений с бесконечным числом шагов – метод итераций по стратегиям. При применении этого метода вероятность встретиться с затруднениями вычислительного характера значительно меньше.

Так как число элементов множества допустимых решений в рассматриваемом случае невелико, возможна реализация как метода итераций по стратегиям, так и метода полного перебора.

## 2.3 Описание метода полного перебора

Как уже было отмечено выше, метод полного перебора основывается на переборе всех возможных стационарных стратегий принятия решений. Ниже приведено подробное рассмотрение шагов данного метода.

Пусть множеством стационарных стратегий состоит из К элементов и – матрицы одношаговых переходных вероятностей и доходов, соответствующие стационарной стратегии с номером при том, что m – число возможных состояний системы Q. Метод полного перебора состоит из четырех этапов.

Этап 1. Вычисление ожидаемого дохода за один шаг при k-й стационарной стратегии для всех возможных состояний системы Q:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1) |

где .

Этап 2. Вычисление стационарных вероятностей , матрицы переходных вероятностей , соответствующей стационарной стратегии с номером . Эти вероятности являются решением следующей системы линейных алгебраических уравнений:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2) |

где  *–* единичная матрица порядка «m»;  *–* нулевая матрица типа 1xm.

Этап 3. Определение ожидаемого дохода для всех стационарных стратегий:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3) |

где .

Этап 4. Нахождение номера оптимальной стационарной стратегии из условия:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4) |

## 2.4 Описание метода итераций по стратегиям

При анализе марковской задачи принятия решений с бесконечным периодом планирования обычно используют понятие ожидаемого дохода за шаги с номерами 1, 2, …, t при условии, что к шагу t+1 система Q будет находиться в состоянии Qj. Полагая однородность цепи Маркова, для любой конкретной стратегии с матрицей переходных вероятностей и матрицей доходов можно найти матричное рекуррентное соотношение:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5) |

где .

Сумма элементов любой строки матрицы переходных вероятностей P равна единице. Аналогично и сумма всех ее стационарных вероятностей, представленных матрицей-строкой , также равна единице. Учитывая эти свойства, а также то, что матрица-строка *T* стационарных вероятностей матрицы *P* удовлетворяет уравнению (3), можно записать соотношение:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6) |

Используя (6) и умножив уравнение (5) слева и справа на матрицу-строку *T*, можно прийти к следующему равенству:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (7) |

Таким образом, ожидаемый доход за один шаг при больших значениях номеров шагов безотносительно к состоянию, в котором система Q окажется в начале следующего этапа, составляет

|  |  |
| --- | --- |
|  | (8) |

Известно, что при долгосрочном периоде планирования поведение однородного марковского процесса характеризует его независимость от начального состояния системы Q. Это позволяет сделать предположение, что при больших номерах *t* шага значение ожидаемого дохода *Et(j)* является суммой двух слагаемых. Первое слагаемое определяется величиной *tV*, зависящей лишь от числа рассмотренных шагов и ожидаемого дохода за один шаг безотносительно к состоянию системы в начале следующего шага. Второе слагаемое *E(j)* определяется лишь состоянием *Qj*, в котором система окажется в начале (*t*+1)-го шага. Таким образом, имеем

|  |  |
| --- | --- |
|  | (9) |

Где E – вектор, V – скалярная функция.

Можно показать, что для определения стратегии, максимизирующей величину V, используется система из «m» линейных алгебраических уравнений

|  |  |
| --- | --- |
|  | (10) |

относительно m+1 неизвестных V, Е(1), …, E(m).

Решение системы (10) не может быть найдено за один шаг, т.к. имеем m уравнений с m+1 неизвестными. Поэтому воспользуемся итерационной процедурой, начиная с произвольной стратегии, а далее определим новую стратегию, которая дает лучшее значение для V. Процесс решения завершается, когда две последовательно найденные стратегии совпадают. Итерационный процесс включает два этапа: этап оценивания параметров и этап улучшения стратегии.

Этап оценивания параметров. Пусть {Yi} – множество допустимых решений. Выбираем произвольную стратегию а = (YS1, … , YSm)T. Используем соответствующую стратегию *a*, матрицу переходных вероятностей *P(a) = {pjk(a)}* и матрицу доходов *B(a) = {bjk(a)}*. Тогда, согласно (10), необходимо решить систему линейных алгебраических уравнений:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (11) |

относительно , (1), …, (m-1),

Этап улучшения стратегии. Для каждого состояния Qj, находим допустимое решение Y0jG, при котором обеспечивается

|  |  |
| --- | --- |
|  | (12) |

Эти оптимальные решения образуют новую стратегию d = (Y01, … , Y0m)T. Если *d=a*, то стратегия *a* и является оптимальной. В противном случае нужно переобозначить стратегию *d* через *a* и сделать возврат к первому этапу (этапу оценивания параметров).

В соответствии с соотношениями (10) можно записать:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (13) |

Таким образом, задача максимизации на этапе улучшения стратегии эквивалентна задаче максимизации суммарного ожидаемого дохода за один этап по всему множеству допустимых решений.

# **3 Решение задачи**

## 3.1 Решение задачи методом полного перебора.

В этом разделе приведено решение задачи методом полного перебора. Формулировка задачи звучит следующим образом.

Предприятие ежегодно оценивает положение со сбытом своей продукции как хорошее, удовлетворительное или неудовлетворительное. В конце каждого года поднимается вопрос: нужно ли проводить рекламу в следующем году или лучше обойтись без рекламы. Необходимо, принимая во внимание полученные из отдела аналитики матрицы переходных вероятностей, а также матрицы доходов, определить оптимальную стратегию принятия решений о рекламировании продукции для каждого года.

Таблица 1 – Возможные положения со сбытом и соответствующие им состояния системы

|  |  |
| --- | --- |
| Положение со сбытом | Состояние системы |
| Хорошее | Q1 |
| Удовлетворительное | Q2 |
| Неудовлетворительное | Q3 |

Матрицы переходных вероятностей – это таблицы, содержащие в себе информацию о вероятности перехода системы в состояние Qn в последующем году, если в текущий момент система находится в состоянии Qm, при условии принятия того или иного решения (т.е. матриц переходных вероятностей в нашем случае две). Номера строк и столбцов – это номера состояний системы Q1, Q2, Q3 в текущем и последующих годах соответственно.

Матрицы доходов – это таблицы, приводящие ожидаемые доходы компании, зависящие от переходов системы из одного возможного состояния в другое при известном допустимом решении. В матрице, соответствующей решению использовать рекламу, учтены затраты на рекламу.

Заданы следующие матрицы переходных вероятностей:

, ,

где - матрица переходных вероятностей для случая, когда принято решение обойтись без рекламы, а - матрица переходных вероятностей для случая, когда принято решение о рекламе продукции.

Аналогичным образом заданы матрицы доходов, соответствующие матрицам переходных вероятностей и :

,

В рассматриваемой задаче имеется восемь стационарных стратегий:

1. Вообще не применять рекламу.
2. Использовать рекламу при любом сбыте продукции.
3. Использовать рекламу лишь в случае, если сбыт продукции находится в хорошем состоянии Q1.
4. Использовать рекламу лишь в случае, когда сбыт продукции находится в удовлетворительном состоянии Q2.
5. Использовать рекламу лишь в случае, когда сбыт продукции находится в неудовлетворительном состоянии Q3.
6. Использовать рекламу лишь в случае, если сбыт продукции находится либо в состоянии Q1, либо в состоянии Q2.
7. Использовать рекламу лишь в случае, если сбыт продукции находится либо в состоянии Q1, либо в состоянии Q3.
8. Использовать рекламу лишь в случае, если сбыт продукции находится либо в состоянии Q2, либо в состоянии Q3.

Матрицы переходных вероятностей и матрицы доходов для стационарных стратегий с номерами от 3 до 8 могут быть получены из матриц, заданных для стационарных стратегий (номера 1 и 2) в условиях задачи.

; ;

; ;

; ;

; ;

; ;

; ;

; ;

; ;

На первом этапе были вычислены ожидаемые доходы Cj(k) для всех стационарных стратегий. Результаты вычислений приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты вычислений ожидаемых доходов для всех стационарных стратегий

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | k=1 | k=2 | k=3 | k=4 | k=5 | k=6 | k=7 | k=8 |
| C1(k) | 5 | 3,7 | 3,7 | 5 | 5 | 3,7 | 3,7 | 5 |
| C2(k) | 1,2 | 3,5 | 1,2 | 3,5 | 1,2 | 3,5 | 1,2 | 3,5 |
| C3(k) | -2 | 1,4 | -2 | -2 | 1,4 | -2 | 1,4 | 1,4 |

На втором этапе посредством решения систем линейных уравнений методом Крамера были определены стационарные вероятности Tj(k) матриц переходных вероятностей Pk для всех стационарных стратегий и всех возможных состояний системы. Результаты вычислений даны в таблице 3.

Таблица 3 – Стационарные вероятности Tj(k)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | k=1 | k=2 | k=3 | k=4 | k=5 | k=6 | k=7 | k=8 |
| T1(k) | 0 | 0,186 | 0 | 0 | 0,090 | 0 | 0,078 | 0,210 |
| T2(k) | 0 | 0,486 | 0 | 0 | 0,372 | 0 | 0,378 | 0,468 |
| T3(k) | 1 | 0,328 | 1 | 1 | 0,538 | 1 | 0,544 | 0,322 |

На третьем этапе был определен ожидаемый доход V(k) для каждой стационарной стратегии с учетом результатов, полученных на первых двух этапах. Результаты вычислений приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Ожидаемый доход для каждой стационарной стратегии

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| k | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| V(k) | -2 | 2,847 | -2 | -2 | 1,649 | -2 | 1,503 | 3,137 |

На четвертом этапе было вычислено значение

Таким образом, оптимальной является восьмая стационарная стратегия, реализация которой предполагает использование рекламы при удовлетворительном и неудовлетворительном сбыте продукции.

## 3.2 Решение задачи методом итераций по стратегиям

В этом разделе приведено решение задачи методом итераций по стратегиям.

В качестве произвольной стратегии «а» была принята первая стратегия из предыдущего раздела, исключающая вообще использование рекламы продукции. То есть,

; ;

Далее, на этапе оценки параметров, полагая была сформирована система линейных алгебраических уравнений.

При решении системы уравнений были получены следующие значения:

После перехода к этапу улучшения стратегии для каждого состояния Qj, было найдено допустимое решение Y0jG. Результаты вычислений приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Результаты вычислений на этапе улучшения стратегии: шаг 1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Qj | Fj(Yi)=cj(Yi)+pj1(Yi)Ei(1)+ pj2(Yi)Ei(2) | | max Fj | Y0j |
| i=1 | i=2 |
| 1 | 5+0,4\*15,476+0,5\*4,571=13,476 | 3,7+0,3\*15,476+0,6\*4,571=11,085 | 13,476 | Y1 |
| 2 | 1,2+0\*15,476+0,3\*4,571=2,571 | 3,5+0,2\*15,476+0,5\*4,571=8,881 | 8,881 | Y2 |
| 3 | -2+0\*15,476+0\*4,571=-2 | 1,4+0,1\*15,476+0,4\*4,571=4,776 | 4,776 | Y2 |

Новая стратегия *d=(Y1Y2Y2)T* определяет при хорошем сбыте продукции исключить использование рекламы, а при удовлетворительном и неудовлетворительном состояниях со сбытом использовать рекламу. Эта стратегия отличается от стратегии *a=(Y1Y1Y1)T*, поэтому необходимо вернуться на этап оценивания параметров, полагая *a=(Y1Y2Y2)T.* Новой стратегии соответствуют матрицы

; ;

Эти матрицы при =0 позволяют сформировать систему линейных алгебраических уравнений по аналогичному принципу, в соответствии с которым была сформирована подобная система для предыдущих матриц.

При решении системы уравнений были получены следующие значения:

Результаты вычислений на этапе улучшения стратегии сведены в таблицу 6.

Таблица 6 – Результаты вычислений на этапе улучшения стратегии: шаг 2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Qj | Fj(Yi)=cj(Yi)+pj1(Yi)Ei(1)+ pj2(Yi)Ei(2) | | max Fj | Y0j |
| i=1 | i=2 |
| 1 | 5+0,4\*8,167+0,5\*5,033=10,783 | 3,7+0,3\*8,167+0,6\*5,033=9,170 | 10,783 | Y1 |
| 2 | 1,2+0\*8,167+0,3\*5,033=2,710 | 3,5+0,2\*8,167+0,5\*5,033=7,650 | 7,650 | Y2 |
| 3 | -2+0\*8,167+0\*5,033=-2 | 1,4+0,1\*8,167+0,4\*5,033=4,230 | 4,230 | Y2 |

Новая стратегия *d=(Y1Y2Y2)T* идентична предыдущей, то есть, можно заключить, что она является оптимальной. Этот результат совпадает с результатом, полученным методом полного перебора, когда в качестве оптимальной была также выбрана восьмая стационарная стратегия.

# **Заключение**

В курсовой научно-исследовательской работе была поставлена задача исследовать и разработать пути оптимизации рекламирования продукции на предприятии ОАО «Воронежская кондитерская фабрика». После анализа задачи было принято решение использовать метод полного перебора и метод итераций по стратегиям. Выбор методов обосновывался тем, что число элементов множества допустимых решений (стационарных стратегий) в рассматриваемом случае оказалось невелико, то есть, стала возможна реализация обоих методов. В качестве результата выполнения курсовой научно-исследовательской работы была получена стратегия принятия оптимальных решений по рекламе продукции предприятия на бесконечный период времени.

# **Список использованных источников**

1. Арис Р. Дискретное динамическое программирование. – М.: Мир, 1969
2. Волков И.К., Загоруйко Е.А. Исследование операций. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000
3. Карр, Ч., Хоув Ч. Количественные методы принятия решений в управлении и экономике. – М.: Из-во 1966
4. Куприянов В.В. Теория принятия решений (раздел «Марковские модели принятия решений»). Методические указания по проведению практических занятий. – М.: МГГУ, 2004