

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВПО «АмГУ»)

Факультет Математики и информатики
Кафедра Математического анализа и моделирования
Направление подготовки 01.03.02 – Прикладная математика и информатика
Профиль: Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Зав. кафедрой
_____ Т.В. Труфанова
« _____ » _____ 2016 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему: Оптимизация цен при планировании объемов производства

Исполнитель
студент группы 252

(подпись, дата)

О.С. Елизарова

Руководитель
доцент, канд. физ.-мат. наук

(подпись, дата)

В.В. Сельвинский

Нормоконтроль
доцент, канд. техн. наук

(подпись, дата)

А.В. Рыженко

Благовещенск 2016

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВПО «АмГУ»)

Факультет Математики и информатики
Кафедра Математического анализа и моделирования

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой
_____ Т.В. Труфанова
« _____ » _____ 2016 г.

З А Д А Н И Е

К бакалаврской работе студента 252 Елизаровой Ольги Сергеевны.

1. Тема выпускной квалификационной работы: «Оптимизация цен при планировании объемов производства»

(утверждено приказом от 03.06.2016 г. № 1215-уч)

2. Срок сдачи студентом законченной работы: 14.06.2016 г.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе: специализированная учебная и научная литература по теме исследования, отчет по преддипломной практике.

4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов): выбор наилучшей стратегии решения поставленной задачи, реализация математической модели оптимального ценообразования для получения наибольшей выручки от продажи.

5. Перечень материалов приложения: листинги вычислительных программ.

6. Нормоконтроль: доцент, канд. техн. наук А.В. Рыженко.

7. Дата выдачи задания 25.04.2016 г.

Руководитель выпускной квалификационной работы: Сельвинский Владимир Владимирович, доцент, канд. физ.-мат. наук.

Задание принял к исполнению (25.04.2016 г.): _____
(подпись студента)

РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа содержит 37 с., 4 рисунка 18 источник, 1 приложение.

ВЫРУЧКА, ОБЪЕМ ПРОДАЖИ, ПАРТИЯ, ПРОСТЕЙШАЯ ВАРИАЦИОННАЯ ЗАДАЧА, СКОРОСТЬ ПРОДАЖИ, СРОК ГОДНОСТИ, ЦЕНА, ТОВАР, УРАВНЕНИЕ ЭЙЛЕРА, ФУНКЦИОНАЛ, ЦЕНООБРАЗОВАНИЕ

Перед всеми организациями, предприятиями, фирмами встает задача назначения цены на продаваемые ими товары и услуги. Для того что бы продать товар или услуги на рынке, производитель или продавец должен назначать на них цены, которые были бы доступны покупателям, иначе их невозможно будет успешно продать на рынке. Поэтому организация, предприятие или фирма должна выбрать правильную тактику в ценовой политике. В данной работе мы попытались построить математическую модель оптимального ценообразования, позволяющую получить максимальную прибыль от продажи партии товара.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1 Общая характеристика процесса ценообразования	7
1.1 Анализ цены	7
1.2 Цели и задачи ценообразования	9
1.3 Факторы, влияющие на формирование цены	10
1.4 Методы, используемые при формировании цены	12
1.5 Принципы ценообразования	15
1.6 Ценообразование на рынке несовершенной конкуренции	18
2 Простейшая задача вариационного исчисления	22
2.1 Понятие о функционале	22
2.2 Постановка задачи	23
2.3 Уравнение Эйлера	24
3 Численное решение дифференциальных уравнений с помощью математического пакета MatLab	27
4 Постановка задачи и алгоритм ее решения	29
4.1 Постановка задачи	29
4.2 Решение задачи	30
4.3 Анализ результатов	31
4.3.1 Сравнение графиков полученных решений	31
4.3.2 Сравнение выручки от продажи	33
Заключение	35
Библиографический список	36
Приложение А Решение задачи средствами пакета MatLab	38

ВВЕДЕНИЕ

Одним из составляющих элементов рыночной экономики является цена, ценовая политика предприятий.

Цена представляет собой экономическую категорию, означающую сумму денег, за которую продавец хочет продать, а покупатель готов купить товар. В ней собраны практически все экономические отношения общества.

Цены являются активным инструментом формирования структуры производства, оказывают решающее воздействие на движение общественного продукта, обеспечивают повышение эффективности производства, влияют на распределение и использование рабочей силы, определяют жизненный уровень населения.

Перед всеми предприятиями, фирмами и организациями встает задача определение цены на свои товары или услуги. Для того чтобы продать свой товар или услугу на рынке, производитель должен назначить на них цены, которые были бы доступны покупателям, в противном случае их невозможно будет реализовать на рынке. Таким образом предприятие, фирма или организация должна определить правильную ценовую политику.

На решение руководителя фирмы в области ценообразования оказывают влияние многие внешние и внутренние факторы. Маркетинговые цели и издержки фирмы служат лишь примерными ориентирами для определения цены. Прежде чем установить окончательную цену, организация учитывает степень государственного регулирования, уровень и динамику спроса, характер конкуренции, потребности населения. Важнейшим критерием принятия потребительских решений была и остается цена. Она сберегает свои позиции как традиционная конкурентная политика, оказывает очень большое влияние на рыночное положение и прибыль предприятия [1, с. 319].

Фирмы, организации и предприятия стремящиеся проводить грамотную ценовую политику прежде всего должны решить ряд задач: получение максимальной прибыли, покорение рынка сбыта; снижение затрат; борьба с

соперничающими товарами; рост объема производства и продаж.

Рыночная экономика формируется на самостоятельных, экономически обоснованных товаропроизводителях, а для них цены – решающий фактор результатов производственной и финансовой деятельности фирмы. Рынок диктует условия выживания. Поэтому правильно выбранная ценовая политика, грамотная тактика формирования цен, экономически выверенные методы ценообразования составляют основу успешной деятельности любого предприятия, независимо от форм собственности. Все это определяет актуальность выбранной темы работы.

Цель данной работы - построение математической модели формирования цены. В связи с этим решаются следующие задачи:

- анализ основных понятий, форм и методов ценообразования;
- выбор наилучшей стратегии решения поставленной задачи;
- реализация модели оптимального ценообразования.

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕССА ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ

1.1 Анализ цены

Цена – это денежное выражение стоимости товара. Она относительно полно или приблизительно отражает в денежном выражении затраты общественного труда, материала, на обязательные платежи, получение прибыли, с учетом других расходов на производство данного вида изделия. Например: тонны железа, добычи угля, нефти, условных единиц измерения ткани, обуви, пищевых продуктов и т.д.

На рынке товаров цены различаются по видам: оптовые цены, возмещающие издержки и обеспечивающие прибыль предпринимателю (оптовые базы); розничные цены, по которым товары реализуются населению в торговой сети или отдельными продавцами (реализаторами); цена производства, которая, как и оптовая цена равна издержкам плюс максимальная прибыль на весь авансированный капитал (автозаправочные станции); закупочные цены на продукты сельского хозяйства, рыболовства, охоты, лесных угодий и др., приобретаемых у населения, мелких предпринимателей; цена рабочей силы, выступающая в форме заработной платы.

В зависимости от района действия, цены могут быть едиными в стране (стоимость доллара) или дифференциальными по регионам. По срокам действия цены различаются: условно постоянные; временные; сезонные. Цены различаются также по способу включения транспортных расходов и другим признакам, оказывающим влияние на ценообразование, о чем будет сказано ниже.

Концепция цены, то есть суть ее понимания различными экономистами трактуется неоднозначно. Сторонники Маркса под ценой понимают денежное выражение стоимости товара. Основой стоимости является труд, а его величина определяется теми затратами времени, которые общество при данных условиях

признает необходимым. Цена может отклоняться от стоимости под влиянием спроса и предложения. Но в основе цены всегда лежит стоимость товара. Следовательно, цена имеет объективную основу – стоимость.

Маржиналистская трактовка. По их мнению, цена есть субъективная оценка покупателем полезности данного товара. Или другими словами, цена, это ценность, выражаемая в определенном количестве денег. Для определения цены – оценка покупателя более существенна, чем затраты производителя [43].

«Компромиссный подход», предложенный западным ученым А. Маршаллом. Суть его в том, что цена определяется двумя факторами – полезностью и издержками производства. Цена, которую согласен уплатить потребитель, определяется степенью полезности товара, цена же, которую назначает производитель, не может быть, по крайней мере, ниже издержек производства. Между продавцами и покупателями достигается компромисс, в результате которого цена устанавливается на равновесном уровне. Равновесная цена по А. Маршаллу – это та максимальная цена, которую потребитель признает отталкиваясь от субъективной оценки полезности товара, и одновременно та минимальная цена, по которой производитель согласен продать товар, исходя из издержек на его производство.

Существует количественная и качественная трактовка категории цены.

Цена, согласно количественному подходу, определяется как соотношение определенной денежной массы к затратам труда на изготовление товара. С точки зрения качественного подхода – цена рассматривается, как соизмеритель затрат, то есть путем издержек производства, но, с учетом оценки полезности товара.

В основе качественного определения цены лежат два основных закона: закон убывающей предельной полезности товара и закон стоимости.

Закон стоимости, выражает причинно-следственные связи между общественным трудом, стоимостью и ценами товаров. Труд признается в качестве главного фактора пропорций, эквивалентности. Сущность закона стоимости заключается в том, что товары производятся и обмениваются на

основе общественно - необходимых затрат труда. Этот закон действует через механизм цен, прокладывает себе дорогу в постоянном колебании цены вокруг стоимости. К. Маркса считает, что обмен товаров происходит в соответствии с количеством общественно – необходимого труда, затраченного на их производство. Стоимость товара при покупке его на рынке выражается в цене, которая приравнивается к определенной сумме денег, служащих средствами обмена.

Закон убывающей предельной полезности товара. Согласно данному подходу цена на рынках складывается исходя из субъективной оценки продавцов и покупателя своего товара. При этом для продавца предельная цена соответствует минимальной оценке полезности. Для потребителя - наоборот.

1.2 Цели и задачи ценообразования

Основная задача ценовой политики – найти оптимальную цену товара. Понятно, что для различных критериев оптимальная цена будет разной. Тот или иной уровень цены по-разному воздействует на различные ценовые параметры, например, на прибыль, оборот или долю участия в рынке.

Таким образом, определение критерия оптимизации становится, важнейшим шагом в ценовой политике.

На цели ценообразования решающим образом влияет регулируемость рынка. Если цены устанавливаются государством, то можно утверждать, что цели такого ценообразования, скорее всего, будут отличаться от целей отдельного предприятия. Поэтому в дальнейшем речь пойдет только о свободных ценах, хотя и они подвижны по регионам, сезонам и т.п, устанавливаемых без административного вмешательства.

Цена выполняет ряд функций:

Учетная функция цены позволяет сопоставлять различные блага, не сравнимые по потребительским характеристикам.

Перераспределительная функция цены предполагает перераспределение созданного общественного продукта между сферами экономики, хозяйственными звеньями, регионами и различными слоями населения.

Стимулирующая – суть функции состоит в поощрительном и сдерживающем воздействии цен на разные сферы воспроизводства.

Социальная это когда цены влияют на уровень жизни, структуру и объем потребляемых товаров и услуг. Манипулируя ценами, правительство регулирует уровень потребления различных слоев общества.

Все функции тесно взаимосвязаны, и административное ограничение одной из них отрицательно сказывается на других.

1.3 Факторы, влияющие на формирования цены

Уровень, соотношение и изменение цен на товары зависят от множества факторов, различающихся происхождением, мерой влияния, сферой и временем действия, степенью зависимости от предприятия и др.. Некоторые из них действуют только в сферах производства, сбыта, товародвижения, потребления, рекламы либо одновременно в нескольких сферах. Отдельные факторы подлежат регулированию предприятием, другие не зависят от него; одни действуют кратковременно, другие – продолжительное время.

Таких уровней на рынки несколько:

- 1) цели организации;
- 2) жизненный цикл товара;
- 3) позиционирование;
- 4) затраты;
- 5) спрос на товар;
- 6) ценность товара.

Цели организации. При определении ценовой политики любого предприятия в первую очередь необходимо определить каких целей оно хочет достичь. Например, если основная цель предприятия - обеспечение выживаемости на рынке – то предприятие вынуждено устанавливать низкие цены в надежде на благоприятную реакцию потребителей. До тех пор, пока цены покрывают издержки, предприятия, попавшие в трудное положение, могут еще какое-то время продержаться. Но если, например, цель предприятия максимизировать прибыль, то, очевидно, оно назначит за свои товары (услуги)

высокие цены. Так как в этом случае текущие финансовые показатели для него важнее долгосрочных.

Жизненный цикл товара. Новый товар, особенно наукоемкий, на стадии запуска, пока он является новинкой, может и должен стоить дорого. А если товар в закате, то стоить он будет дешевле. Ярким примером могут служить бытовая техника, мобильные телефоны. Новые модели стоят дорого, но уже через полгода эти же модели стоят в два - три раза дешевле.

Позиционирование. То, как тот или иной товар позиционируется на рынке, очень сильно влияет на цену этого товара. Если, например, вы позиционируете свой товар как общедоступный, вам нет смысла назначать за него высокую цену, т.к. в этом случае ваш целевой сегмент не сможет позволить себе приобрести этот товар. И наоборот, если вы позиционируете свой товар в классе «Премиум» или «Люкс», цена должна быть высокой, т.к. иначе сегмент, на который вы нацелены в этом случае, не воспримет этот товар, как предназначенный для него.

Затраты. Затраты (издержки) определяют минимальную цену за товар (услуги). Любое предприятие стремится назначить цену, достаточную для того, чтобы покрыть все издержки по производству, распределению и сбыту, включая норму прибыли.

Потребительский спрос. Общеизвестно, что спрос определяет цену. Но верно и то, что цена, в свою очередь, влияет на уровень спроса на товар. В обычной ситуации спрос и цена находятся в обратно пропорциональной зависимости. Однако, в случае престижных товаров, ситуация может быть противоположной. Потребители могут посчитать цену показателем более высокого качества или большей желательности товара.

Ценность товара. В этом случае компания считает, что основным фактором ценообразования является не издержки, а ценность товара, то есть восприятие товара покупателем. И если цена будет установлена выше признаваемой ценности товара, продажи будут ниже, чем могли быть. А если цена будет назначена существенно ниже воспринимаемой ценности, то товар

будет прекрасно расходиться на рынке, но доход он будет приносить значительно меньший, чем при цене, повышенной до уровня, соответствующего воспринимаемой ценности.

Затем предприятие детально разрабатывает общую стратегию в ценовой политике .

1.4 Методы, формирования цены

Затратный метод это метод, основанный на определении полных издержек - произведение совокупных издержек (постоянные плюс переменные) на единицу продукции и некой прибыли, определяется через норму рентабельности. Формула цены (Ц) имеет вид:

$$Ц = С * (1 + НР), \quad (1)$$

где С – себестоимость единицы продукции;

НР – норма рентабельности, которая определяется исходя из внутренней рентабельности предприятия, среднеотраслевых норм, указаний вышестоящих организаций или регулирующих органов.

Главное преимущество данного метода – простота и удобство. Его недостатки – не учитывается спрос на товар, конкуренция на рынке; размер цены зависит от способа распределения постоянных издержек по продуктам, при этом формируется представление, что цена должна покрывать все затраты. Такие цены не стимулируют рациональное использование ресурсов и достижение высоких конечных результатов.

Метод учёта рентабельности инвестиций – разновидность метода полных издержек. Цена устанавливается исходя из полных затрат на единицу продукции и нормы рентабельности, рассчитанной на основе стоимости заёмных средств. Преимущество – учитывает платность финансовых ресурсов, необходимых для производства и реализации товара; позволяет принять решение о величине объёма производства нового для предприятия товара с известной рыночной ценой. Недостаток – использование при инвестировании процентных ставок, которые в условиях инфляции не являются постоянными и изменяются во времени.

Метод целевого ценообразования – предполагает расчёт цен, который осуществляется на основе анализа безубыточности и обеспечение целевой прибыли. Основывается метод на сопоставлении издержек с ожидаемыми поступлениями доходов при различных объёмах продаж. Преимущество метода: обеспечивает покрытие издержек, обосновывает целевой размер прибыли. Недостатки – при установлении цены не принимаются во внимание имеющийся спрос на товар, конкуренция на рынке; размер прибыли обосновывается объёмами продаж, которые, в свою очередь, зависят от цены.

Рыночные методы включают учёт качества товара, спроса и уровня конкуренции. Основопологающий фактор формирования цены – уровень спроса, покупательское восприятие товара.

Метод осязаемой ценности товара потребителем это когда потребитель самостоятельно оценивает товар (услуги), его преимущества по сравнению с аналогичными товарами на рынке, уровень и качество послепродажного обслуживания товара товаропроизводителем, определяет соотношение между оценкой полезности товара и его ценой и выбирает наиболее оптимальный товар с точки зрения его цены и качества. Учитывается, что приобретение дорогостоящего товара может быть целесообразно, если цена компенсируется экономией на эксплуатационных затратах. Разновидностью этого метода является метод престижности цен, суть которого состоит в том, что товары роскоши не могут быть легкодоступными, т.е с низкой ценой, иначе они теряют ценность в глазах престижных покупателей.

Метод состязательности – его суть состоит в конкурентном ценообразовании в ходе биржевых, тендерных и аукционных торгов. При этом ориентация на ценовые предложения конкурентов дополняется контролем над уровнем прибыли.

Метод стимулирования сбыта – предполагает учёт эластичности спроса, использование ценовых скидок и психологического ценообразования с целью максимизации продаж. Применение системы специальных скидок, размер которых зависит от характера сделки, условий поставки и платежа,

взаимоотношений с покупателем и от конъюнктуры рынка в момент заключения сделки это и есть суть метода.

Метод текущей цены. Этот метод предполагает, что товаропроизводитель ориентируется на средние сложившиеся цены. Применяется метод для однородных товаров на рынке с высокой степенью конкуренции, где возможности влияния на цены ограничены. Если сложно спрогнозировать издержки и реакцию конкурентов, то при формировании цен применяется стратегия следования за лидером.

Нормативно-параметрические методы предполагают учёт уровня потребительских свойств продукции и затрат на единицу параметра. Используется для товаров дополняющих или расширяющих существующий параметрический ряд.

Метод корреляционно-регрессивного анализа – применяется для определения зависимости изменения цены от изменения технико-экономических параметров продукции.

Метод удельных показателей – используется для определения цен группы продукции, характеризующейся наличием одного основного параметра, величина которого в значительной мере определяет общий уровень цены изделия. Таким образом, этот метод игнорирует все другие потребительские свойства изделия, не в полной мере учитывает спрос и предложение, а также альтернативные способы использования товара.

Балловый метод – основан на экспертных оценках значимости параметров изделий для потребителей, где каждому параметру присваивается определённое число баллов, суммирование которых даёт оценку технико-экономического уровня изделия. При этом определяется базовая удельная цена на балл, которая умножается на значение суммы баллов нового изделия. Методу присуща высокая субъективность расчёта цены.

Аграрный метод – предполагает формирование цены в виде суммы отдельных конструктивных частей изделия, входящих в параметрический ряд, с добавлением стоимости оригинальных узлов, затрат на сборку и нормативной

прибыли.

И наконец метод экспертной оценки потребительской ценности товара и цены на него – предполагает определение цены на основе анализа результатов суждений группы экспертов о возможной цене с учётом спроса и колебаний конъюнктуры рынка.

В целом анализ положительных и отрицательных сторон существующих методов ценообразования показывает, что идеального метода нет. А поэтому необходимо комплексно использовать существующие методы определения цен в соответствии с ценовой политикой и стратегией ценообразования, с учётом конкретного этапа жизненного цикла товара и других факторов.

1.5 Принципы ценообразования

Затратный принцип ценообразования исторически самый старый и на первый взгляд самый надежный. Для него типична следующая формулировка: «Цена – есть денежное выражение стоимости товара». Его суть состоит в том, что величина цены товара ставится в непосредственную зависимость от издержек производства и обращения, представляющих затраты, расходы в денежной форме на производство и реализацию единицы товара.

Затратный принцип не обеспечивает полного решения проблемы ценообразования, так как по сути дела заменяет задачу определения цен факторов, затраченных на производство и продажу товара. Этим облегчается решения исходной задачи, так как цены факторов устанавливать проще, чем цену товара, к тому же при определении факторов вновь можно применить тот же затратный принцип, чем создается цепной способ определения цены товара.

Еще одна особенность, которую следует иметь в виду, характеризуя затратный принцип, состоит в необходимости установления вида затрат, на основании которых определяется цена. Чаще всего используются средние затраты в расчете на единицу товара из всего количества производимых и продаваемых товаров. Так же могут быть применены и предельные затраты под которыми понимается прирост общих затрат, обусловленный увеличением производства и продажи товара на одну единицу обычно предельные затраты

ниже средних. Широко распространено определение затрат на основные калькуляции, то есть бухгалтерский расчет расходов по их отдельным элементам.

Более рациональный принцип - активное ценообразование, когда через управление ценами достигается нужная величина продаж и соответствующая ей величина средних затрат, что выводит предприятия на желаемый уровень прибыльности.

Если попытаться сформировать вопросы, которые в наибольшей мере адекватны логике активного ценообразования, то они будут звучать примерно так: «Чтобы получить большую прибыль, насколько нам нужно увеличить количество товара при более низкой цене?» или «При высокой цене, каким количеством товара мы можем пожертвовать, что бы получать большую прибыль?».

Именно такой принцип позволяет избежать серьезного дефекта затратного ценообразования слишком высоких цен на «слабых» рынках (или слишком низких цен на «сильных» рынках).

Задача же ценностного принципа ценообразования состоит вовсе не в том, чтобы клиенты предприятия были довольны. Такую благосклонность можно приобрести и за счет больших скидок с цен. Ценностное ценообразование призвано обеспечить, прежде всего, получение прибыли за счет достижения выгодного для предприятий соотношения «ценность – затраты», а вовсе не за счет максимального наращивания объемов продаж.

«Ключ ценностного принципа – позиционирование товара в определенном сегменте рынка. Поэтому, скажем, вместе того, чтобы до потери пульса снижать себестоимость, предприятия задаются вопросом, не лучше ли поискать других покупателей». При ценностном ценообразовании нужно убедить покупателей в том, что им стоит заплатить за этот товар более высокую цену, поскольку он им куда полезнее, чем они «сами поначалу подумали». И если к этому добавляются еще усилия финансистов и бухгалтеров, то возникает именно тот результат, к которому и должно стремиться предприятие.

Максимальная разница между ценностью товара для покупателя, которую он готов оплатить, и затратами, которые необходимы предприятию, чтобы изготовить товар с такими свойствами. В этих условиях задача ценообразования состоит как раз в том, чтобы как можно большая часть этой разницы превратилась в прибыль предприятия и как можно меньшая – в выигрыш покупателя.

Коммерческий принцип приемлет следующее определение: «Цена – это форма, выражения ценности благ, проявляющаяся в процессе их обмена». В такой формулировке выделяют два основных акцента. Во-первых, подчеркивается непосредственная связь цены товара с ценностью, полезностью, которой он обладает как объект потребления. Во-вторых, согласно такой трактовке цена товара проявляется экономическая сущность только в условиях его обмена на деньги или другой товар. Так что вне рынка, без купли-продажи о цене говорить не приходится. Цену способен установить только рынок.

В ситуации аукциона или взаимного торга между покупателем и продавцом, видим и слышим только реакцию продавцов и покупателей на предложения каждой стороны, участвующей в торге. О скрытых побудительных мотивах и движущих силах их действий можно только догадываться, а ведь именно они и представляют механизм ценообразования [12, с. 216].

В споре рождается истина. Важно рассмотрев разные точки зрения и в стремления сторон, предоставляющих разные интересы, прийти к согласию. Преследуя интересы свои и производителя, продавец стремится повысить цену, чтобы получить хорошую прибыль, оправдывая свои затраты и желание. Покупатель, потребитель исходя из «полезностного» подхода и желания снизить свои расходы, стремится к «своей» цене, которую можно назвать желаемой ценой покупки. Потребителю в его стремлении помогает конкуренция между производителями. Производителю, продавцу помогает конкуренция между потребителями и непрерывное возвышение их

потребностей.

Покупатель сам имеет возможность сделать потребительский выбор, исходя из личных представлений о предельной полезности приобретаемого блага.

1.6 Ценообразование на рынке несовершенной конкуренции

Для современной рыночной экономики характерна несовершенная (ограниченная) конкуренция – конкуренция в условиях, когда фирмы имеют возможность контролировать цены на продукцию, которую они производят.

Обычно она выступает в трех основных видах:

- а) чистая монополия;
- б) монополистическая конкуренция;
- в) олигополия.

Чистая монополия. Абсолютная, или частичная, монополия существует, когда одна фирма является единственным представителем продукта, у которого нет близких заменителей. Это конкуренция потребителей (электроснабжение, газоснабжение, разные виды перевозок и т.д.).

Ее суть состоит в следующем:

Единственный продавец. Чистый или абсолютный монополист – есть отрасль, состоящая из одной фирмы. Одна фирма является единственным производителем данного продукта или единственным поставщиком услуги; следовательно, фирма и отрасль – синонимы;

Нет близких заменителей. Из первого признака следует, что продукт монополии уникален в том смысле, что не существует хороших и близких заменителей. С точки зрения покупателя, это означает, что нет приемлемых альтернатив. Покупатель должен покупать продукт у монополиста или обходиться без него.

То, что не существует близких заменителей монополизированного продукта, имеет важное значение для рекламы. В зависимости от типа предполагаемого продукта или услуги монополист может заниматься или не заниматься широкой рекламой и деятельностью по стимулированию сбыта.

Например, чистый монополист, продающий продукцию роскоши, такие, как бриллианты. Муниципальные коммунальные службы, тоже не видят смысла в больших расходах на рекламу, так как местные жители, которые нуждаются в воде, электричестве, газе и телефонной связи, уже знают, у кого они должны покупать эти предметы первой необходимости.

Если чистые монополисты ряда предприятий общественного пользования занимаются рекламой, вероятно, такая деятельность носит скорее характер связи с общественностью ради престижа, а не высокой конкуренции, какой является реклама, скажем, моющих средств, алкогольной продукции или табачной продукции. Поскольку у чистой монополии нет прямых конкурентов, монополистам не нужно обращаться к рекламе типа «наш товар самый хороший, чем у остальных».

«Диктующий цену». Было подчеркнуто, что отдельная фирма, действующая в условиях чистой конкуренции, не оказывает влияния на цену продукции: она «соглашается с ценой». Это так, потому что она дает только незначительную долю совокупного предложения. Ярким контрастом выступает чистый монополист, диктующий цену: фирма осуществляет значительный контроль над ценой. И причина очевидна: он выпускает и, следовательно, контролирует общий объем предложения. При нисходящих кривой спроса на свой продукт монополист может вызвать изменения цены продукта, если это выгодно, или сократить производства.

Заблокированное вступление. Чистый монополист не имеет прямых конкурентов. Причина такому отсутствию конкуренции есть. Это экономические, технические, юридические и другие, определенные препятствия, чтобы удерживать новых конкурентов от вступления в отрасль. Вступление в условиях чистой монополии заблокировано [13, с. 672].

Монополистическая конкуренция. Монополистическая конкуренция – представляет собой рыночную структуру с элементами совершенной конкуренции и чистой монополии. Она характеризуется следующими чертами:

– дифференциация продукта. Каждая фирма производит товары,

отличные от других фирм; обладание некоторой долей монополической власти, полученной производителем в результате дифференциации продукта;

– устойчивость клиентуры. Если цена продукта повышается, фирма не теряет всех своих покупателей; игнорирование соперников, независимо действующих на рынке;

– отсутствие серьезных преград для вхождения в отрасль.

Таким образом, в условиях монополистической конкуренции экономическое соперничество сосредотачивается не только на цене, но и на неценовых факторах. Вход на рынок монополистической конкуренции достаточно свободен и определяется, главным образом, размерами капитала. Однако по сравнению со свободной конкуренцией он не настолько легок и может ограничиваться патентами фирм на свою продукцию, авторскими правами на торговые знаки и другое. Основная сфера деятельности этого вида монополии - конкурентная розничная торговля.

Монополистическая конкуренция подразумевает такую рыночную ситуацию, при которой относительно большое число небольших производителей предлагает похожую, но не идентичную продукцию. Различия между видами монополистической конкуренции весьма значительные.

Из наличия такого числа фирм вытекает несколько важных признаков монополистической конкуренции. Каждая фирма обладает относительно небольшой долей всего рынка, поэтому она имеет очень ограниченный контроль над рыночной ценой. Кроме того, наличие сравнительно большого числа мелких фирм гарантирует, что тайный сговор, согласованные их действия, с целью ограничения объема производства и искусственного повышения цен, почти невозможен. Наконец, при многочисленности малых фирм в отрасли нет ощущения взаимной зависимости между ними: каждая фирма определяет свою политику, не учитывая возможную реакцию со стороны конкурирующих с ней фирм. И это весьма приемлемый способ действия фирмы в условиях рынка, на котором ее конкуренты очень многочисленны [14, с. 280].

Олигополия. Олигополия – имеет место на рынке с господством немногих

фирм, оказывающих существенное влияние на цены, по которым продается товар множеству покупателей. Фирмы, находящиеся в таких условиях, являются взаимозависимыми, поведение любой из них оказывает непосредственное воздействие на конкурентов и само испытывает на себе влияние с их стороны. На олигополистическом рынке проникновение отрасли ограничивается как величиной капитала, необходимого новой фирме для внедрения в отрасль, так и контролем действующих производителей над новейшей техникой и технологией производства. Примером такого вида конкуренции являются фирмы, занимающиеся производством табачных изделий и алкогольной продукции и поставкой их практически во все регионы страны.

Выдающаяся черта олигополии – «немногочисленность». Когда относительно малое число фирм доминирует на рынках товаров и услуг, отрасль является олигополистической. Но что имеется в виду под «немногочисленностью»? Это точно не определено, потому что рыночная модель олигополии охватывает большую область, простирающуюся в диапазоне между чистой монополией, с одной стороны, и монополистической конкуренцией - с другой.

Есть две взаимосвязанные черты олигополистического ценообразования. Во-первых, олигополистические цены имеют тенденцию быть негибкими, или «жесткими». Цены при олигополии изменяются реже, чем в условиях чистой конкуренции, монополистической конкуренции и в некоторых случаях чистой монополии. Во-вторых, олигополистические фирмы изменяют свои цены все вместе, одновременно. Олигополистическое ценовое поведение предполагает наличие стимулов к согласованным действиям, или тайной договоренности, при назначении и изменении цен [15, с. 352].

2 ПРОСТЕЙШАЯ ЗАДАЧА ВАРИАЦИОННОГО ИСЧИСЛЕНИЯ С НЕПОДВИЖНЫМИ ГРАНИЦАМИ

Как следует из названия, настоящая глава посвящена изучению простейшей задачи вариационного исчисления. Эта задача не является первой из известных вариационных задач. Вместе с тем, эта задача действительно легка, довольно точно отражает принципы решения вариационных задач и содержит в себе достаточно много тонкостей, знакомство с которыми весьма полезно при изучении вариационного исчисления и оптимального управления.

2.1 Понятие о функционале

Основным понятием дифференциального исчисления является понятие функции, численные значения которой определяются численными значениями одного или нескольких независимых переменных. Это понятие функции позволяет решить несколько вопросов, но является во многих случаях недостаточным. Оно не охватывает всех видов зависимостей, существующих в действительности.

Важнейшим обобщением понятия о функции является понятие о функционале. Значительное отличие функционала состоит в том, что аргументами его являются не числа, как у обычной функции, а функции одного или нескольких переменных. Таким образом, функционал дает такого рода зависимость, что каждой функции (или нескольким функциям) определенного класса ставится в соответствии число - значение функционала.

Это аналитическое определение функционала. Геометрическая же разница между функционалом и функцией такова, что обычная функция одного и нескольких переменных есть функция точки на прямой, плоскости или в пространстве; функционал же есть функция более сложных геометрических образований: линий, поверхностей и т.п.; так, например, если функционал зависит от двух функций $f(x)$ и $\varphi(x)$, то его можно считать функцией от пространственной кривой $y = f(x), z = \varphi(x)$ [16, с. 204].

Как вариационное исчисление так и оптимальное управление оперирует, в основном, с функционалом. Так же можно сказать, вообще говоря, что функционалом называется любое отображение J произвольного множества M на действительную ось R . Так, если f – некоторая непрерывная числовая функция, то простейший пример функционала имеет вид:

$$J(y) = \int_{x_0}^{x_1} f(x, y(x), y'(x)) dx, \quad (2)$$

где y – любая функция, определенная и непрерывная на отрезке $[0, 1]$ [17, с. 424].

2.2 Постановка простейшей задачи вариационного исчисления

Простейшая задача вариационного исчисления формулируется следующим образом: среди функций $y = y(x)$, имеющих непрерывную вторую производную на отрезке $[x_0, x_1]$ и удовлетворяющих граничным условиям:

$$y(x_0) = y_0, \quad y(x_1) = y_1, \quad (3)$$

найти ту, на которой функционал достигает экстремума:

$$J[y(x)] = \int_{x_0}^{x_1} f(x, y(x), y'(x)) dx, \quad (4)$$

где $f(x, y(x), y'(x))$ – заданная функция своих аргументов. Любую задачу на экстремум можно свести к задаче минимизации функционала, добавляя в случае необходимости дополнительный знак минус.

В вариационном исчислении принята следующая терминология. Будем говорить, что функционал $J[y(x)]$ на функции $y_0(x)$ достигает сильного минимума, если $J[y(x)] \geq J[y_0(x)]$ для всякой $y \in C^1[x_0, x_1]$ из окрестности y_0 в метрике пространства $C[x_0, x_1]$:

$$\max_{x \in [x_0, x_1]} |y(x) - y_0(x)| \leq r, \quad r > 0, \quad (5)$$

(«шар» с центром в точке y_0 радиусом r).

Определение слабого минимума дается аналогично, но окрестность выбирается в метрике $C^1[x_0, x_1]$:

$$\max_{x \in [x_0, x_1]} |y(x) - y_0(x)| + \max_{x \in [x_0, x_1]} |y'(x) - y_0'(x)| \leq r, \quad r > 0, \quad (6)$$

В первом случае требуется, чтобы функции $y(x)$ были равномерно «близки» к функции $y_0(x)$, а во втором случае дополнительно требуется равномерная «близость» и первых производных. Очевидно, что, если функционал имеет сильный минимум в точке $y_0(x)$, то он имеет и слабый минимум в той же точке. Обратное, вообще говоря, неверно.

Данной постановке вариационной задачи можно придать экономический смысл. В частности, в качестве интегрального функционала (4) можно взять прибыль предприятия при реализации некоторого объема продукции за определенный промежуток времени $[t_0, t_1]$ в качестве подынтегральной функции $f(t, y(t), y'(t))$ – скорость изменения прибыли в процессе реализации продукции, $y(t), y'(t)$ – соответственно плавающая цена продаж и скорость ее изменения в процессе реализации продукции – искомые функции, подлежащие определению.

Существенной проблемой здесь является выбор зависимости $f(t, y(t), y'(t))$, который должен учитывать специфику производства и особенности реализации продукции, соотношение спроса и предложения.

2.3 Уравнение Эйлера

Пусть $y(x)$ и $\bar{y}(x)$ – две функции, определенные на отрезке $[x_0, x_1]$. Разность $\delta y = y(x) - \bar{y}(x)$ называется вариацией функции $y(x)$ в окрестности функции $\bar{y}(x)$ можно сказать и наоборот, вариация функции $\bar{y}(x)$ в окрестности функции $y(x)$. При этом говоря о вариации, специально оговаривают класс функций, в котором изменяется y . В дальнейшем будут рассматриваться функции класса $C^1[x_0, x_1]$. Соответствующая этому классу функций вариация δy называется слабой вариацией.

Если δy – некоторая вариация, то вариацией δJ функционала J называется линейная по отношению к δy часть разности:

$$\Delta J = J(y + \delta y) - J(y) = \delta J + \alpha(\delta y) \cdot \delta y, \quad (7)$$

где $\alpha(\delta y) \rightarrow 0$ при $\delta y \rightarrow 0$.

В общем курсе вариационного исчисления устанавливается, что необходимым условием экстремума функционала J на функции $y(x)$ является равенство нулю вариации $\delta J = 0$ в окрестности функции $y(x)$.

Функцию y будем называть слабой минималью функционала J , если для всех вариаций δy , для которых величина:

$$\max_{x_0 \leq x \leq x_1} (|\delta y(x)| + |\delta y'(x)|), \quad (8)$$

достаточно мала, выполнено неравенство:

$$J(y) \leq J(y + \delta y). \quad (9)$$

В этом случае будем говорить о слабом минимуме функционала J .

Переходя теперь к выводу необходимых условий слабого минимума в простейшей задаче вариационного исчисления, обозначим через y некоторую минималь, а через δy – соответствующую вариацию.

Тогда имеем:

$$\Delta J = \int_{x_0}^{x_1} [f(x, y + \delta y, y' + \delta y') - f(x, y, y')] dx. \quad (10)$$

Допустив, что функция f дифференцируема по y и y' , можем записать:

$$f(x, y + \delta y, y' + \delta y') - f(x, y, y') = f'_y \delta y + f'_{y'} \delta y' + o(\sqrt{(\delta y)^2 + (\delta y')^2}). \quad (11)$$

Тогда, выделяя линейную часть приращения функционала ΔJ , с учетом равенства нулю вариации $\delta J = 0$, имеем равенство:

$$\int_{x_0}^{x_1} [f'_y \delta y + f'_{y'} \delta y'] dx = 0. \quad (12)$$

Предполагая что, функция f дважды дифференцируема по совокупности переменных, проинтегрируем второе слагаемое в (12) по частям. Прделав это, с учетом граничных условий (3) окончательно получаем:

$$\int_{x_0}^{x_1} \left[f'_y - \frac{d}{dx} f'_{y'} \right] \delta y dx = 0. \quad (13)$$

Так как неравенство (13) выполняется для всех вариаций δy , для которых

величина:

$$\max_{x_0 \leq x \leq x_1} |\delta y(x)|, \quad (14)$$

достаточно мала, то получаем уравнение:

$$\frac{df}{dy} - \frac{d}{dx} \frac{d}{d'} \quad (15)$$

которому с необходимостью должна удовлетворять слабая минималь.

Уравнение (15) называется уравнением Эйлера. Относительно неизвестной функции $y(x)$ – это обыкновенное дифференциальное уравнение второго порядка. В общем случае его решение содержит две произвольные постоянные, которые могут быть определены с помощью граничных условий (3). Таким образом, задача отыскания функции, подозрительной на минималь, представляет собой двухточечную краевую задачу (15), (3).

Любое решение уравнения Эйлера называется экстремалью. При этом легко видеть, что экстремаль обращает в нуль вариацию δJ функционала $J(y)$ и обратно.

3 ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПАКЕТА MATLAB

MATLAB – это высокоуровневый язык и интерактивная среда для программирования, численных расчетов и визуализации результатов. С помощью MATLAB можно анализировать данные, разрабатывать алгоритмы, создавать модели и приложения. Язык, инструментарий и встроенные математические функции позволяют нам исследовать различные подходы и получать решение быстрее, чем с использованием электронных таблиц или традиционных языков программирования.

MATLAB содержит встроенные функции линейной алгебры (LAPACK, BLAS), быстрого преобразования Фурье (FFT), функции для работы с полиномами, функции базовой статистики и численного решения дифференциальных уравнений (систем).

Любая система дифференциальных уравнений предварительно должна быть приведена к нормальному виду с начальными условиями (задача Коши). Каждое уравнение n -го порядка:

$$y^{(n)} + a_0 y^{(n-1)} + a_1 y^{(n-2)} + \dots + a_{n-1} y' + a_n y = f(x), \quad (16)$$

$$y^{(n)} = f(x, y, y', \dots, y^{(n-1)}) \quad (17)$$

с начальными условиями:

$$\begin{cases} y(x_0) = y_0, \\ y'(x_0) = y'_0, \\ \dots \\ y^{(n-1)}(x_0) = y_0^{(n-1)}, \end{cases} \quad (18)$$

заменяется при $y_k = y^{(k-1)}, (k = \overline{1, n})$ системой уравнений:

$$\begin{cases} y'_1 = y_2, \\ \dots \\ y'_{n-1} = y_n, \\ y'_n = f(x, y_1, y_2, \dots, y_n) \end{cases} \quad (19)$$

с начальными условиями:

$$\begin{cases} y(x_0) = y_0, \\ y'(x_0) = y'_0, \\ \dots \dots \dots \\ y^{(n-1)}(x_0) = y_0^{(n-1)} \end{cases} \quad (20)$$

Параметрами метода являются:

i_0 – вектор начальных условий размерности n , где n – порядок дифференциального уравнения, или число уравнений в системе. Для дифференциального уравнения первого порядка вектор начальных условий вырождается в одну точку y_0 .

t_0, t_1 – граничные точки интервала, на котором ищется решение дифференциальных уравнений. Начальные условия, задаваемые в векторе начальных условий – это значение решения в точке t_0 .

N – число точек, не считая начальной, в которой ищется приближенное решение. Этот параметр определяет число строк $(1 + N)$ в матрице результатов.

D – функция, которая возвращается в виде вектора из n элементов значений первых производных неизвестных функций (правые части дифференциальных уравнений системы).

Значения решения для дифференциального уравнения, заданного производными в D , заносятся в матрицу S .

Следовательно получается матрица, число столбцов которой на единицу больше порядка дифференциального уравнения или числа уравнений в системе. Первый столбец матрицы содержит значения узлов, то есть точек, в которых ищется решение. Второй столбец содержит значения искомой функции в узлах, а оставшиеся столбцы значения производных, начиная с первой до $(n - 1)$ -й включительно [22].

4 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ И АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ

4.1 Постановка задачи

Требуется выбрать оптимальный механизм формирования цены, обеспечивающий наибольшую выручку от продаж партии товара объема V , имеющего срок годности T . Считается, что можно изменить цену товара t в процессе продажи. При этом цена товара может быть неограниченно увеличена, $V(t) = \dot{y}(t)$ – скорость продажи товара в момент времени t , функция неотрицательная.

$$T = \gamma * T_0, \quad (21)$$

где $0 < \gamma < 1$, T_0 – время продажи партии объемом V , при условии продажи ее с установившейся ценой c_0 и установившейся скоростью продаж v_0 .

Учитывая, что $c(t)*\dot{y}(t)dt$ – текущая выручка за время dt , выручка от продажи партии товара объемов V определяется выражением:

$$P[y(t)] = \int_0^T c(t)\dot{y}(t)dt, \quad (22)$$

с граничными условиями:

$$\begin{cases} y(0) = 0 \\ y(T) = V. \end{cases} \quad (23)$$

Первое уравнение $y(0) = 0$ в системе (23) означает, что объем продажи на начальном этапе равен 0. А второе уравнение $y(T) = V$ показывает, что весь имеющийся объем товара должен быть продан.

В качестве одной из возможных форм ценообразования сформируем зависимость:

$$c(t) = \frac{c_0}{v_0^\beta} (1 + \delta - \frac{y(t)}{V})^\alpha * \dot{y}^\beta(t), \quad (24)$$

где c_0 – установившаяся цена товара;

v_0 – установившаяся скорость продажи данного товара;

δ – малая поправочная константа, которая используется для исключения неопределенности решения, $\delta \ll 0$.

Первый множитель $(1 + \delta - \frac{y(t)}{v})^\alpha$ в выражении (24), определяет зависимость стоимости от остатка на данный момент: чем больше остаток, тем больше стоимость. Второй множитель $\dot{y}^\beta(t)$ выражает естественную тенденцию увеличения скорости продаж при уменьшении цены. Параметры α и β выражают относительное влияние указанных факторов на формирование цены. Причем $\alpha > 0; \beta > 0, \beta \neq -1$.

В результате задача сводится математически к вариационной задаче с фиксированными границами для функционала вида:

$$P[y(t)] = \frac{c_0}{v_0^\beta} \int_0^T (1 + \delta - \frac{y(t)}{v})^\alpha * \dot{y}^{\beta+1}(t) dt \rightarrow \max, \quad (25)$$

$$\begin{cases} y(0) = 0 \\ y(T) = V. \end{cases} \quad (26)$$

4.2 Решение задачи

Для нахождения решения составляем уравнение Эйлера, тем самым приводим наш функционал к дифференциальному уравнению, которое затем и решаем.

И так составим уравнение Эйлера:

$$F_y - \frac{d}{dt}(F_{\dot{y}}) = 0. \quad (27)$$

Находим производные:

$$\begin{aligned} F_y &= -\frac{\alpha}{v} (1 + \delta - \frac{y(t)}{v})^{\alpha-1} \cdot \dot{y}^{\beta+1} \\ F_{\dot{y}} &= (1 + \beta) * (1 + \delta - \frac{y(t)}{v})^\alpha \cdot \dot{y}^\beta \end{aligned} \quad (28)$$

$$\frac{d}{dt} F_{\dot{y}} = (1 + \beta) \cdot (1 + \delta - \frac{y(t)}{v})^{\alpha-1} \cdot \dot{y}^{\beta-1} \cdot (-\frac{\alpha}{v} \dot{y}^2 + \beta(1 + \delta - \frac{y(t)}{v}) \cdot \ddot{y}).$$

Подставляя найденные производные в уравнения (20), получаем:

$$\begin{aligned} &\ddot{y} \cdot \beta(1 + \beta) \cdot (1 + \delta - \frac{y(t)}{v})^\alpha \cdot \dot{y}^{\beta-1} - \frac{\alpha(1+\beta)}{v} \cdot (1 + \delta - \frac{y(t)}{v})^{\alpha-1} + \\ &+ \frac{\alpha}{V} (1 + \delta - \frac{y(t)}{V})^{\alpha-1} \cdot \dot{y}^{\beta+1} = 0. \end{aligned} \quad (29)$$

Производя преобразования, получаем дифференциальное уравнение вида:

$$\ddot{y} - \frac{\alpha}{1+\beta} \cdot \frac{\dot{y}^2}{v(1+\delta)-y} = 0, \quad (30)$$

решение которого ищется в классе дважды дифференцируемых функций.

Для решения уравнения (30) воспользуемся средствами пакета MATLAB, методом Рунге-Кутте.

Для сравнительного анализа достаточно положить $c_0 = 1, v_0 = 1, T = 1, V = 1$.

Характер решения $y(t)$ определен множителем $\frac{\alpha}{1+\beta}$. Качественно различные ситуации:

- 1) $0 < \alpha < 1$ и $\alpha > 1$;
- 2) $-1 < \beta < 0$ и $\beta < -1$.

Решение задачи средствами пакета MATLAB представлено в приложении А.

4.3 Анализ результатов

Для анализа результатов исследования выбранной математической модели был рассмотрен ряд частных случаев, программная реализация представлена в приложении А.

4.3.1 Сравнение графиков полученных решений

На рисунках 1–4 представлены графики, показывающие изменение скорости продаж, объема продаж и цены товара с течением времени t для рассмотренных частных случаев.

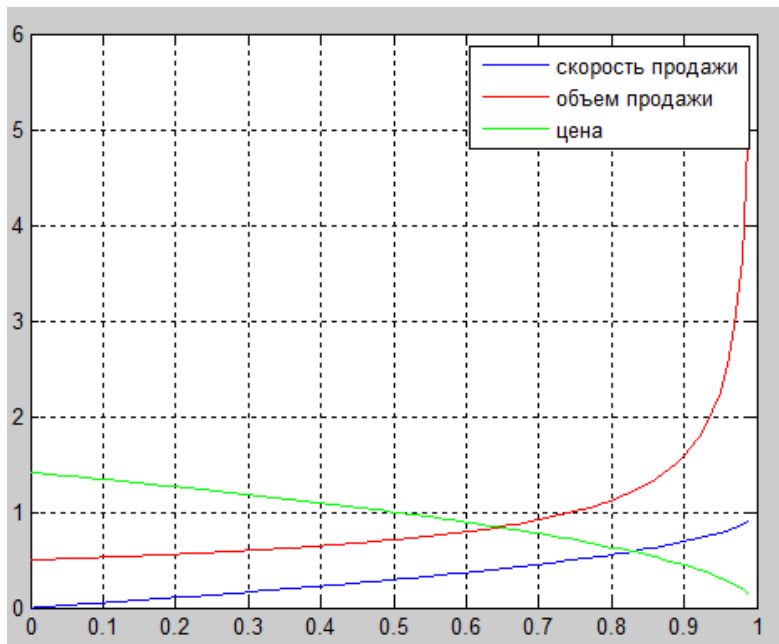


Рисунок 1 – Графики скорости продаж, объема продаж и цены товара с течением времени t при: $\alpha = \frac{1}{2}, \beta = -\frac{1}{2}$

На рисунке 1 видно, что постепенное уменьшение цены наблюдается когда, значение параметра β относится к интервалу $(-1,0)$.

Рассмотрим теперь, как ведет себя объем продаж товара, для рассмотренных нами случаев. График объема продаж на рисунке 2.

В соответствии с рисунком 2 видим, что объем продаж возрастает. Это означает, что мы продаем большой объем продукции в начале срока реализации, и в дальнейшем, на протяжении всего оставшегося времени, товар продается маленькими частями. Это вызвано постепенным повышением цены товара.

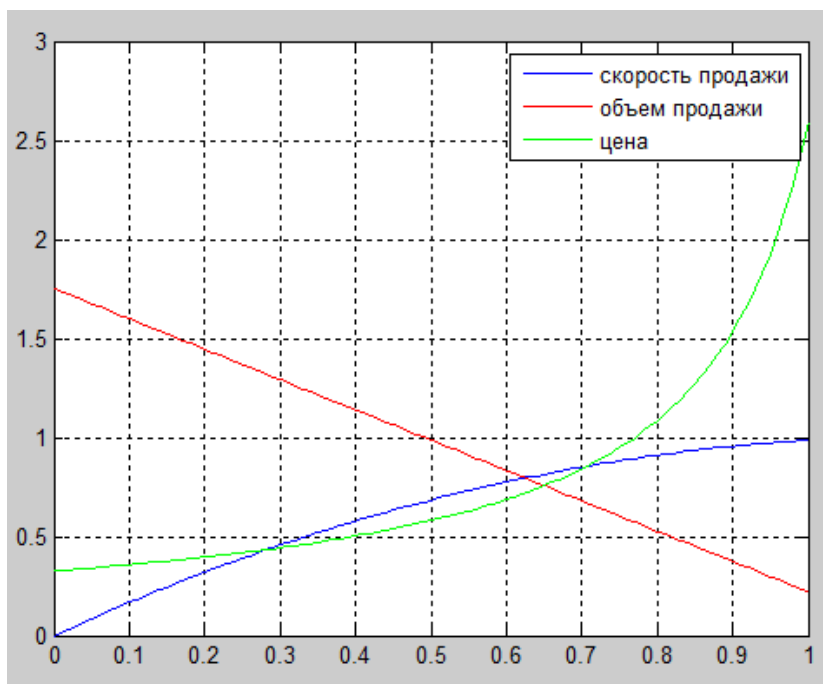


Рисунок 2 – Графики скорости продаж, объема продаж и цены товара с течением времени t при $\alpha = \frac{1}{2}, \beta = -2$

В соответствии с рисунком 2 видим, что в первых четырех рассмотренных случаях объем продаж возрастает в начале срока реализации, и в дальнейшем, на протяжении всего оставшегося времени повышением цены товара.

На рисунке 3 видно, что скорость продаж возрастает. Это вызвано постепенным снижением цены товара.

Исследовав рисунки 1, 2, 3 видим, что условиям нашей задачи и ограничениям, наложенным на цену, удовлетворяют два случая (1) и (4). Таким образом приходим к выводу, что значение параметра β должно удовлетворять неравенству $-1 < \beta < 0$.

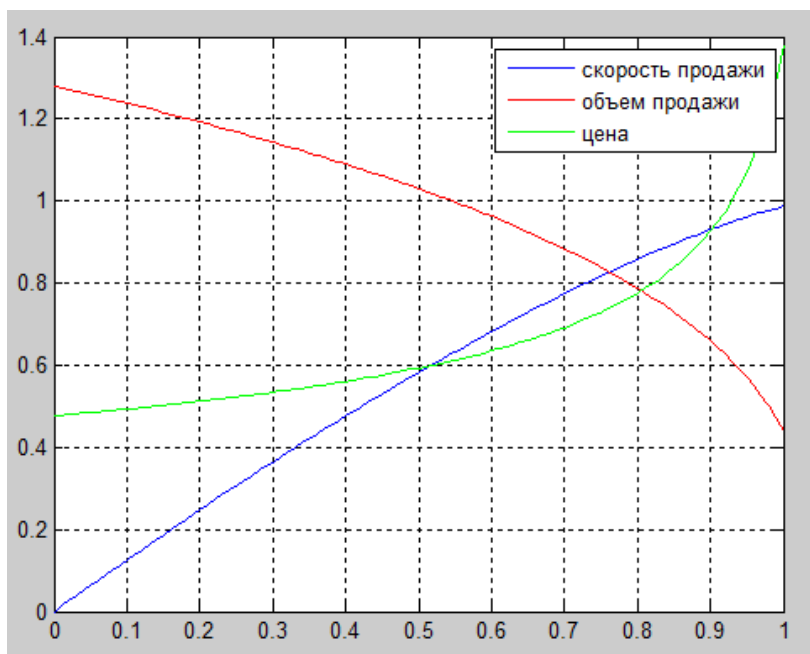


Рисунок 3 – Графики скорости продаж, объема продаж и цены товара с течением времени t при $\alpha = \frac{1}{2}, \beta = -3$

4.3.2 Сравнение вырученных денег от продаж

Значение выручек полученных при решении задачи для рассмотренных трех случаев равны $P_1(y) = 0.782, P_2(y) = 0.577, P_3(y) = 0.617$.

Видим, что для случаев (2) и мы получаем наименьшую выручку. Не будем рассматривать эти два случая.

Рассмотрим первые два случая и посмотрим графики выручки для них.

Посмотрим, какую прибыль мы бы получили, если бы продали всю партию товара за срок хранения отличный от времени продажи партии и вычисляемый по формуле:

$$T_{xp} = \gamma \cdot T_0, \tag{31}$$

где $\gamma \in \mathbb{N}$.

Для того, что бы наглядно представить преимущество нашего метода оптимального ценообразования, позволяющего получить наибольшую выручку от продажи товара, сравним графики выручки в общем случае, при установившихся цене и скорости.

Выручка в общем случае вычисляется, как:

$$P_0 = \begin{cases} c_0 v_0 \gamma, & \text{если } 0 < \gamma < 1; \\ c_0 v_0, & \text{если } \gamma \geq 1. \end{cases} \quad (32)$$

Изменение расхода в зависимости от времени изображено на рисунке 4. Из рисунка 4 видим, что если формировать цену в соответствии с выражением (16), то в случае, когда $\alpha = 2, \beta = -\frac{1}{2}$, получаемая от продажи товара по цене на рынке c_0 и с установившейся скоростью v_0 .

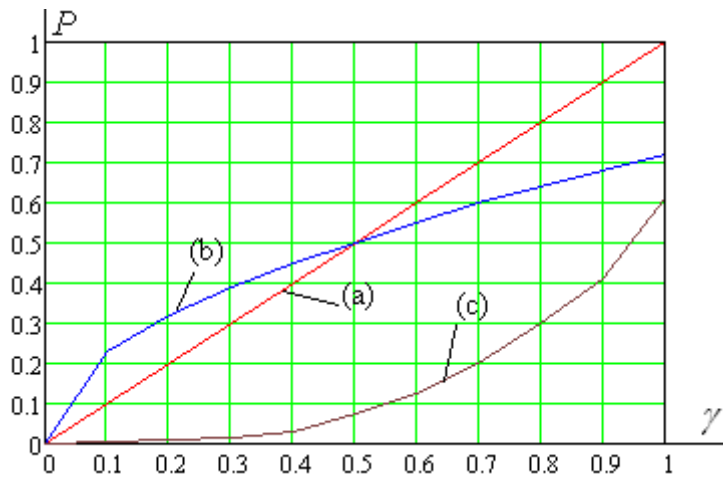


Рисунок 4 – График изменение в зависимости от времени t , при $\alpha = 2, \beta = -\frac{1}{2}$

Поэтому, при наших условиях, если стоимость будет вести себя в соответствии с зависимостью, где $\alpha = \frac{1}{2}, \beta = -\frac{1}{2}$, то регулирование цены следует применять в случае, если срок годности товара не превышает половины срока продажи $T_0 = \frac{v}{v_0}$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В бакалаврской работе все поставленные задачи были выполнены в полном объеме, а именно:

1) изучены вопросы ценообразования, изложены в научной и учебной литературе. Рассмотрены источники доступные в библиотеке Амурского Государственного Университета и в свободном доступе в сети интернет;

2) сформирована математическая модель формирования цены для получения максимальной выручки с учетом ограниченности срока годности;

3) проведен анализ полученных численных результатов. Найдены условия, при которых предложенный механизм ценообразования дает положительный эффект.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Radimaster.Ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://radimonster.ru/cad/mc12/index.php>. – 25.05.2010.
- 2 Афанасьев, А.П. Элементарное введение в теорию экстримальных задач: учеб.пособие / А.П. Афанасьев, С.М. Дзюба. – Тамбов : Пролетарский светоч, 2001. – 129 с.
- 3 Богомоль, В. Рыночный мехонизм ценообразования / В. Богомоль, В. Блайндер. – М. : Экономист, 2002. – 352с.
- 4 Васильева, А.В. Дифференциальные и интегральные уравнения, вариационное исчисление в примерах и задачах / А.В. Васильева. – М. : КДУ, 2009. – 140 с.
- 5 Головачев, А.С. Экономика предприятия: учебное пособие. В 2 ч. / А.С. Головачев. – М. : Мн.: Выш. шк., 2008. – 360 с.
- 6 Дихтль, Е. Практический маркетинг / Е. Дихтль, Х. Хершген. – М. : Мн.: Выш. шк., 2004. – 290 с.
- 7 Емельянова, Т.В. Ценообразование / Т.В. Емельянова. – М. : Мн.: Выш. шк., 2008. – 130 с.
- 8 Иглин, С.П. Математические расчеты на базе Matlab / С.П. Иглин. – СПб. : БХВ – Петербург, 2005. – 640 с.
- 9 Котлер, Ф. Маркетинг. Менеджмент / Ф.Котлер. – СПб. : Питер, 2003. – 605с.
- 10 Маренков, Н.Л. Цены и ценообразование в рыночной экономике России: курс лекций / Н.Л. Маренков. – М. : Эдитториал УРСС, 2009. – 216 с.
- 11 Попов, Е.В. Продвижение товаров и услуг: учеб.пособие / Е.В. Попов – М. : Финансы и статистика, 2003. – 319с.
- 12 Пунин, Е.И. Маркетинг и менеджмент, ценообразование на предприятиях в условиях рыночной экономики / Е.И. Пунин – М. : Международные отношения, 2003. – 109 с.

- 13 Салимжанов, И.К. Цены и ценообразование /И.К. Салимжанов. –М. : Финстатин-форм, 2001. – 304 с.
- 14 Смирнов, В.И. Вариационные исчисление / В.И. Смирнов, В.И, Крылов, Л.В. Канторович. – СПб. : КУБУЧ, 2000. – 204 с.
- 15 Уткин, Э.А. Цены. Ценообразование. Ценовая политика / Э.А. Уткин – М. : ЭКМОС, 1998. – 224 с.
- 16 Хемди, А. Симплекс-метод. Введение в исследование операций. OperationsResearch: AnIntroduction // А. Хемди. – 7-е изд. – М. : «Вильямс», 2007. С. 95-141.
- 17 Шаппауф, Р.А. Практика продаж: справ. Пособие / Р.А. Шаппауф. – М. : АО Интерэксперт, 2002. – 231 с.
- 18 Эльсгольц, Л.Э. Дифференциальные уравнения и вариационные исчисление / Л.Э. Эльсгольц. – М. : НАУКА, 1969. – 424 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Програмная реализация пакета MatLab

```
function Mscr1()
```

```
function test(alpha,beta,ic,F)
```

```
delta = 0.001;
```

```
V = 1;
```

```
T=1;
```

```
N=100;
```

```
f = @(x,y) ([y(2);alpha*(y(2)^2)/((1+beta)*(V+delta*V-y(1))]);
```

```
tspan = 0:T/N:T;
```

```
[X,Y]= ode45(f,tspan,ic);
```

```
Y1 = Y(:,1);
```

```
Y2 = Y(:,2);
```

```
C = (1+delta-Y1./V).^alpha.*Y2.^beta;
```

```
C'*Y2/100
```

```
figure(F), plot(X,Y1,'b',X,Y2,'r',X,C,'g')
```

```
hleg1 = legend('скорость продажи','объем продажи','цена');
```

```
set(hleg1,'Interpreter','none')
```

```
grid on
```

```
end
```

```
test( 1/2,-1/2, [0,0.501],1);
```

```
test( 1/2,-2, [0,1.75],2);
```

```
test( 1/2,-3, [0,1.28],3);
```

```
test( 2,-1/2, [0,0.20081],4);
```

```
test( 2,-2, [0,70],5);
```

```
end
```