

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.  
КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Экономический факультет  
Кафедра «Ценные бумаги и страховое дело»

## **ДИПЛОМНАЯ РАБОТА**

**ОПТИМИЗАЦИЯ ДЕНЕЖНЫХ РЕСУРСОВ БРОКЕРА,  
ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ МАРЖИНАЛЬНОГО  
КРЕДИТОВАНИЯ НА РЫНКЕ ЦЕННЫХ БУМАГ.**

Допущено к защите зав. кафедрой  
к.э.н., доцентом КрасГУ Каячевой Л.В.

---

Научный руководитель:  
к.э.н., доцент КрасГУ Кропачев С.В.

Консультант:  
аспирант КрасГУ Наговицин С.В.

Рецензент:  
начальник отдела ВЭС ООО КБ «ЯРБАНК»  
Михайлов К.В.

Дипломник:  
Колмыкова Ольга Владимировна  
Специальность: Финансы и кредит  
Форма обучения дневная  
Группа Э - 52

Красноярск 2003 г.



## ВВЕДЕНИЕ.

За последние несколько лет маржинальная торговля стала неотъемлемой частью российского фондового рынка, способствующей повышению его ликвидности и эффективности. Ее появление явилось закономерным результатом усиления конкуренции между операторами рынка в их стремлении расширить клиентскую базу, привлечь максимальные ресурсы под свой контроль.

Пока основная тенденция на российском фондовом рынке состояла в повышении рыночных котировок ценных бумаг российские компании не задумывались о широком привлечении клиентов и предоставлении им конкурентоспособных услуг. Основные направления деятельности компаний состояли в обслуживании ограниченного круга крупных клиентов, а также в осуществлении спекулятивных операций корпоративными ценными бумагами из своего портфеля. Средним и мелким клиентам предлагались весьма невыгодные условия и низкое качество обслуживания.

Однако события августа 1998 г. во многом изменили стратегию российских компаний. В целях удержания своей клиентуры, а также привлечения новых клиентов компании были вынуждены снизить уровень своих требований к первоначальным вложениям, пересмотреть перечень и уровень качества предлагаемых услуг, начать разработку и внедрение новых финансовых инструментов. Одним из таких инструментов стала маржинальная торговля.

Брокерские компании с помощью маржинальной торговли усиливают свои конкурентные преимущества: увеличение оборотов ведет к возможности снижения комиссионных; разнообразие услуг плюс низкие комиссионные привлекают новых клиентов.

Однако, помимо проблемы управления рисками, связанными с маржинальными операциями, брокерская компания сталкивается и с такой проблемой, как определение оптимального портфеля и величины кредитных ресурсов, используемых при маржинальном кредитовании на рынке ценных бумаг.

Брокерская компания определяет для себя лимиты по денежным средствам и ценным бумагам, используемым в качестве кредитных ресурсов. Возникает вопрос «Какая величина кредитных ресурсов может с одной стороны удовлетворить потребности клиентов в отношении предоставляемых им заемных средств, а с другой – обеспечить доходность и эффективность собственного портфеля». Т.е. другими словами, брокер должен постоянно иметь в наличии такую величину денежных кредитных ресурсов, которая позволит ему удовлетворять потребности клиентов в полном объеме, не «замораживая» лишние суммы на счетах и не снижая тем самым их эффективность.

Целью данной работы является решение проблемы оптимизации денежных ресурсов Брокера, используемых для маржинального кредитования, с помощью теории массового обслуживания. Разработанная для решения таких проблем как телефонное обслуживание, обслуживание портов и аэропортов, управление запасами, данная теория в последние годы с успехом применяется для решения экономических проблем.

В работе рассматриваются теоретические основы маржинальной торговли, маржинального кредитования, а также применение теории массового обслуживания в различных областях деятельности человека. Экономический понятийный аппарат, связанный с брокерской деятельностью приведен в соответствии с терминами теории массового обслуживания. В работе приводится математический аппарат, позволяющий найти оптимальную величину кредитных ресурсов Брокера. В третьей главе на основе реальных показателей деятельности брокерской структуры показан пример нахождения оптимальной величины кредитных ресурсов (в виде денежных средств) Брокера. Также проводится оценка и сравнение эффективности использования Брокером первоначальной и найденной оптимальной величины собственных денежных ресурсов, используемых для маржинального кредитования..

# ГЛАВА 1. МАРЖИНАЛЬНАЯ ТОРГОВЛЯ НА РЫНКЕ ЦЕННЫХ БУМАГ: СУЩНОСТЬ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ПРОБЛЕМЫ.

## 1.1. Сущность маржинальной торговли как перспективного вида брокерских услуг.

Несколько лет назад появился совершенно новый вид услуги на российском фондовом рынке – маржинальная торговля ценными бумагами. Этот вид торговли стал быстро развиваться и распространяться, но вместе с тем остается очень много нерешенных проблем в сфере правового и нормативного регулирования деятельности на фондовом рынке. Регулирование не успевает за процессами, происходящими на рынке ценных бумаг, и таким образом тормозит его развитие. Конкуренция толкает профессиональных участников на предложение новых видов услуг для привлечения клиентов, но в подобных ситуациях им приходится своими силами находить решения, чтобы оставаться конкурентоспособными и не нарушать законы.

По своей экономической сущности маржинальная торговля практически идентична традиционному получению кредита под залог, в частности под залог ценных бумаг. Рассмотрим данный вид операций немного подробнее.

Залог ценных бумаг — активно развивающаяся на отечественном кредитном рынке операция и в настоящее время встречается все чаще. В основном, используется залог ликвидных государственных долговых обязательств или крупного пакета корпоративных ценных бумаг, принадлежащих заемщику-клиенту банка [35].

Достаточно традиционные на зарубежных финансовых рынках операции залога ценных бумаг на отечественном фондовом рынке развиваются в трех направлениях и связаны с использованием залога следующих ценных бумаг клиента в обеспечение кредитов и гарантий:

- во-первых, государственных ценных бумаг;
- во-вторых, векселей;
- в-третьих, корпоративных инвестиционных бумаг — акций и облигаций.

Названные ценные бумаги используются в качестве залога наиболее часто, поскольку обладают высокой ликвидностью. Следует отметить, что залоговые операции достаточно рискованны. Они хотя и позволяют получить в оборот ресурсы одной стороне (ссудозаемщику-залогодателю) и спрогнозировать необходимую доходность операции другой стороне, однако, в случае неверного прогноза динамики показателей, определяющих состояние фондового рынка, возможно недополучение прибыли, упущенная выгода или прямые убытки. Именно поэтому кредит выдается не на полную сумму переданных в залог

ценных бумаг, а лишь на ее часть. При этом в случае, если кредит не погашен, ценные бумаги переходят в собственность кредитора. Таким образом, несмотря на преимущества, получение кредита под залог ценных бумаг имеет и отрицательные стороны. Преимущество состоит в том, что существует возможность получения дополнительных средств, не прибегая к реализации активов, а используя их в качестве залога. Отрицательные моменты заключаются, как уже было сказано выше, в том, что кредит выдается не на полную стоимость залоговых ценных бумаг, а также в том, что клиент может потерять право собственности на залоговые бумаги в случае невыполнения своих обязательств по гашению кредита. Однако, несмотря на это получение кредитов под залог ценных бумаг становится все более распространенной практикой. Этот вид услуг стал в последние годы важной составляющей развитых рынков ценных бумаг, где объемы сделок кредитования иногда превышают объемы сделок купли/продажи.

Маржинальный счет представляет собой счет, на котором можно проводить операции покупки/продажи ценных бумаг с использованием заимствованных средств, предоставляемых инвестиционной компанией, или, как еще говорят, «с плечом». При этом все активы на этом счете являются обеспечением под заимствованные средства. Ранее подобная услуга для российских клиентов была доступна только на рынке иностранных валют FOREX и предоставлялась только иностранными компаниями или банками.

Между маржинальной торговлей и получением кредита под залог с формальной точки зрения существует ряд отличий (таблица 1.1).

Таблица 1.1.

**Различия между маржинальным кредитованием и получением кредита под залог.**

<b>Формальный признак различия</b>	<b>Маржинальное кредитование</b>	<b>Кредитование под залог</b>
1. Форма получения кредита	Денежные средства или ценные бумаги	Денежные средства
2. Возможность использования обеспечения кредита	С активами, выступающими в качестве обеспечения, можно совершать любые операции.	По договоренности сторон.
3. Определение стоимости залога и величины кредита.	Кредит выдается не только на полную рыночную стоимость залога (ценных бумаг), но и предоставляется «кредитное плечо»	Обеспечение кредита принимается по рыночной стоимости с учетом дисконта.
4. Органы контроля	ФКЦБ	Банк России

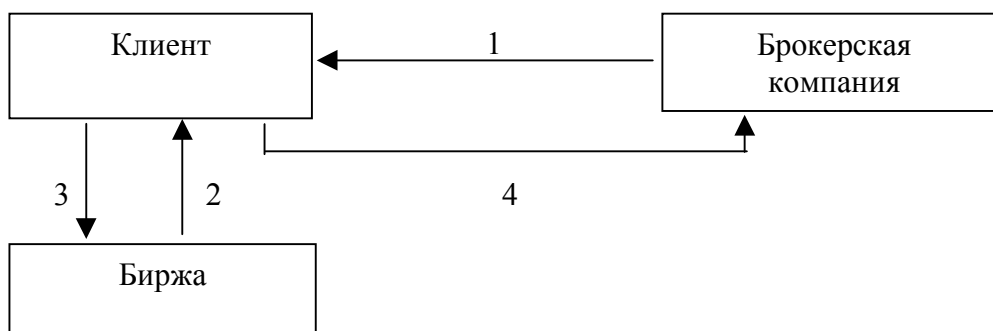
Обладая рядом преимуществ по сравнению с традиционными способами получения кредитных средств, в последнее время маржинальное кредитование становится необычайно популярным в России. Несмотря на то, что «кредитное плечо» умножает риск, для большинства российских трейдеров маржинальная торговля является единственной возможностью оперировать на мировых финансовых рынках и быть конкурентоспособными игроками.

Маржинальная торговля включает в себя две основные операции:

1. Покупка с использованием маржи – покупка ценных бумаг на маржинальный счет, когда определенная часть оплачивается денежными средствами клиента, а недостающая сумма занимает у брокерской компании.

2. Продажа «без покрытия», или «короткая» продажа. Клиент занимает ценные бумаги у брокерской компании и продает их со своего маржинального счета, затем погашает заем такими же ценными бумагами, приобретенными при последующей сделке. [6, 20]

Механизмы операций маржинальной торговли можно представить с помощью следующих схем (рис.1.1., рис. 1.2.).



**Рис. 1.1. Заем денежных средств у брокерской компании (покупка ценных бумаг с использованием маржи)**

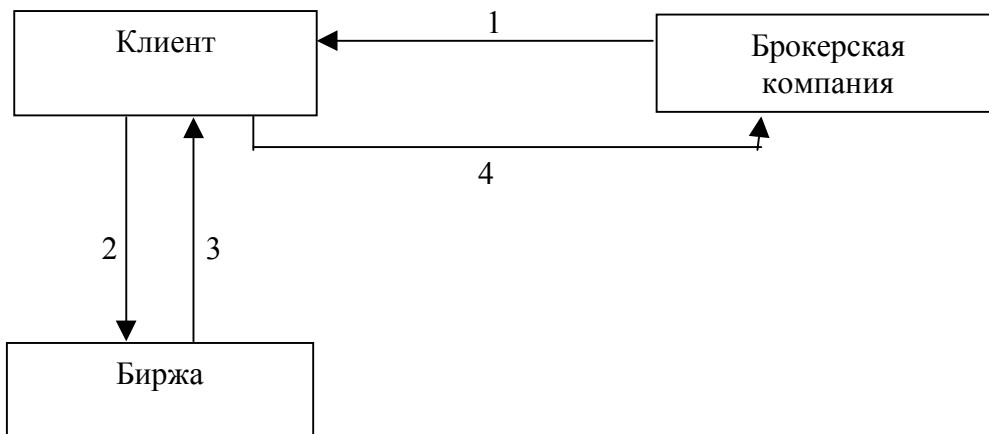
Условные обозначения:

1 — Предоставление Брокером денежных средств в кредит клиенту.

2 — Покупка клиентом ценных бумаг ( n шт по цене P1)

3 — Продажа клиентом ценных бумаг ( n шт по цене P2, где P2 > P1). При этом прибыль клиента составит  $\Delta P = (P2 - P1) n$

4 — Возврат Брокеру заимствованных денежных средств, уплата процентов за пользование заемными средствами и комиссионных .



**Рис. 1.2. Заем ценных бумаг у брокерской компании («короткая» продажа или продажа «без покрытия»)**

На рисунке 1.4. использованы следующие условные обозначения:

- 1 — Предоставление Брокером денежных средств в кредит клиенту.
- 2 — Продажа клиентом ценных бумаг ( n шт по цене P2)
- 3 — Покупка клиентом ценных бумаг ( n шт по цене P1, где P2 > P1). При этом прибыль клиента составит  $\Delta P = (P2 - P1) n$
- 4 — Возврат Брокеру заимствованных ценных бумаг, уплата процентов за пользование заемными средствами и комиссионных

Денежные средства и ценные бумаги обычно предоставляются под определенную ставку, устанавливаемую компанией. Показателем состояния маржинального счета является величина фактической маржи, равная отношению собственных средств клиента к обеспечению под заимствованные средства и выраженная в процентах:

$$\text{Фактическая маржа} = \frac{\text{Текущая рыночная стоимость активов, принадлежащих инвестору} - \text{Заемные средства}}{\text{Текущая рыночная стоимость активов, принадлежащих инвестору}} * 100 \% \quad (1.1)$$

Для того чтобы при резких колебаниях курса ценных бумаг, стоимость обеспечения не оказалась ниже размера заимствованных средств, введены нормативные уровни маржи:



- *Первоначальная маржа* – исходный уровень маржи, при котором допустимо совершение операций на маржинальном счете.

- *Критический уровень маржи* – минимально допустимый уровень маржи, который должен поддерживать клиент на маржинальном счете.

Если фактическая маржа опускается ниже критического уровня, то компания выдвигает требование на увеличение маржи. Клиент должен либо довести денежные средства или ценные бумаги, либо продать часть ценных бумаг со своего счета. При невыполнении клиентом требования компания принудительно реализует часть активов с маржинального счета клиента для увеличения фактической маржи.

Таким образом, маржинальная торговля является новым этапом в развитии как обращения корпоративных облигаций, так и всего рынка ценных бумаг. Многие крупные и средние инвестиционные компании предлагают эту услугу. С продвижением Интернет-технологий на фондовом рынке и появлением Интернет-брокеров маржинальная торговля становится доступной даже для очень мелких клиентов.

В чем же привлекательность открытия маржинального счета для клиента? По сравнению с обычным брокерским счетом преимущества следующие:

- возможность покупать ценные бумаги с частичной оплатой;
- возможность использования «плеча» - покупка большего количества ценных бумаг, чем позволяли бы средства на счете;
- возможность вывода части денежных средств со счета, если фактическая маржа превышает первоначальную.

Однако у маржинальной торговли есть и свои недостатки:

- используя «плечо», можно получить как прибыль, так и убыток, гораздо больший, чем если бы торговля была только на собственные средства;
- необходимость поддержания фактической маржи выше критической требует продажи части активов, что ведет к фиксации убытков по некоторым сделкам и затратам на комиссионные;
- сумма процентов за заимствованные средства, а для физических лиц еще и сумма начисленного подоходного налога за совершенные сделки в силу особого налогообложения операций на фондовом рынке может также превысит доходы по операциям. [6, 20]

Инвестиционные компании с помощью маржинальной торговли усиливают свои конкурентные преимущества: увеличение оборотов ведет к возможности снижения

комиссионных для клиентов, что в свою очередь плюс разнообразие услуг привлекает новых клиентов.

Для фондового рынка в целом маржинальная торговля способствует повышению ликвидности и эффективности.

Как показывает практика, политика в области предоставления услуг маржинальной торговли должна быть крайне обдуманной. На развитых рынках этот вид торговли регулируется на федеральном уровне, у нас же в нормативно-правовых актах даже понятие «маржинальная торговля» попросту отсутствует и каждая компания решает самостоятельно, каким образом она осуществляет работу с маржинальными счетами, порой недооценивая все риски, возникающие в процессе предоставления этой услуги.

Самый главный на сегодня риск – отсутствие законодательной базы, регламентирующей сделки по маржин-трейдингу. В соответствии с ГК РФ и банковским законодательством кредиты могут выдавать только кредитные организации. Некредитные организации могут выдавать займы, но только на нерегулярной основе (не чаще, чем один раз в квартал), и процесс заключения договора займа довольно специфичен. При этом некредитные организации находятся в неравном положении по налогообложению процентов за займы (кредиты). Таким образом, налицо серьезные проблемы правового обеспечения таких сделок. Следствие – правовая незащищенность инвестора, потенциальные проблемы с возвратом средств в случае возникновения форс-мажорных обстоятельств или даже просто в случае ухудшения ликвидности брокера. Поэтому все, что касается маржинальной торговли, должно быть четко прописано во внутренних документах компаний, иначе высока вероятность возникновения конфликтов с клиентами, что не замедлит отразиться на репутации компании.

Важной проблемой, вытекающей из вышесказанного, является отсутствие информационной прозрачности по условиям маржин-трейдинга. У инвестора нет легальной возможности сравнить ставки по таким кредитам у разных брокеров.

Кроме того, существенные риски связаны сегодня и с отсутствием законодательного ограничения на размер маржи. В результате многие небольшие компании в целях привлечения клиента зачастую значительно снижают маржу (увеличивают «кредитное плечо»), устанавливая ее на уровне ниже разумного, без учета конъюнктуры рынка. Это приводит и будет приводить к банкротству как самих брокеров, так и их клиентов.

Кроме законодательного риска существуют и другие риски инвестиционной компании:

- риск неправильного выбора торговой площадки – попытка реализовать обеспечение на малоликвидной площадке может не увенчаться успехом и приведет к убытку компании, либо клиент, имеющий право по правилам торговой площадки самостоятельно без ведома компании распоряжаться активами, переведет ценные бумаги, являющиеся обеспечением;
- риск неправильного выбора ценных бумаг – малоликвидные ценные бумаги в обеспечении могут быстро обесцениться при резких колебаниях рыночных цен либо вообще перестать торговаться;
- риск структуры обеспечения – большой размер обеспечения из одной ценной бумаги при попытке реализовать обеспечение на рынке может привести к резкому падению ее стоимости и к неликвидности;
- операционный риск – возрастает риск потерь при отсутствии четких инструкций и процедур для всех подразделений компании, вовлеченных в исполнение, учет и обработку маржинальных операций клиентов;
- бухгалтерский риск – нет правил отражения маржинальных операций в финансовых документах, в результате чего отчетность является искаженной и далекой от реального положения дел компании.

Для фондового рынка в целом риски состоят в том, что в торговлю ценными бумагами приносится кредитный риск, рост оборотов происходит не за счет прихода новых денег инвесторов на рынок, а за счет заемных средств. Используя маржинальное «плечо», клиенты могут покупать больше бумаг, чем на свои собственные средства, в результате таких покупок цены и объемы растут, также растет и стоимость уже купленных ценных бумаг в обеспечении, что позволяет клиенту дополнительно занять у компании деньги на новые покупки и т.д.

В случае очередной паники на рынке ценных бумаг компании в первую очередь начнут реализовывать обесценивающееся обеспечение на маржинальных счетах. Клиенты будут фиксировать убытки, скидывая падающие в цене активы. Все это еще сильнее усугубляет ситуацию и может спровоцировать новый кризис.

Маржинальная торговля уже довольно широко представлена на российском рынке. В основном маржинальная торговля сосредоточена на Фондовой секции ММВБ. Это объясняется следующим:

- компания-брокер полностью контролирует активы клиентов и их операции – клиент не сможет без ведома компании вывести со счета облигации, являющиеся

обеспечением под заемные средства, или купить/продать больше ценных бумаг, чем позволяет фактическая маржа на счете;

- большое количество маркет-мейкеров (72 компании), что является одним из основных факторов высокой ликвидности площадки;
- отсутствует риск непоставки или неоплаты – активы резервируются заранее, и расчеты происходят день в день по принципу «поставка против платежа»; кроме того, стороной по сделке всегда выступает биржа, т.е. компании не подвергаются контрагентским рискам;
  - низкие транзакционные издержки компаний;
- торговля на этой площадке доступна даже мелким клиентам, тем более что все больше компаний предоставляет доступ к торгам на бирже через Интернет-системы.

С учетом мировой практики специалисты аналитического отдела НАУФОР предлагают следующий подход к рассмотренным выше проблемам, связанным с маржинальной торговлей. Не останавливаясь на таких вопросах, как налогообложение и раздел сфер регулирования маржинальной торговли между ФКЦБ России и ЦБР, требующих политических решений, при решении проблем маржинальной торговли необходимо обратить внимание на следующие факторы:

1. Необходимо разработать и внедрить единую форму договоров, с помощью которых такие сделки должны в дальнейшем оформляться. Единая форма договора необходима для упорядочивания процесса заключения и осуществления сделок.

2. Учитывая западный опыт и реалии российского рынка, при разработке нормативных актов следует ориентироваться на следующие важные аспекты этой проблемы:

- Для получения инвестором права на осуществление фондовой покупки в кредит обязать инвестора открывать в брокерской конторе специальный, отдельный счет покупок в кредит. Перед началом сделки инвестор перечисляет на этот счет свою часть денежных средств либо передает брокеру бумаги на эту сумму. Одновременно открывается субсчет депо для отражения движения ценных бумаг, участвующих в этой операции. При этом хозяином счета депо номинально будет инвестор, а право распоряжаться им будет принадлежать брокеру. Отдельный счет необходим для осуществления принципа «прозрачности» таких операций, а также возможности мониторинга этого рыночного сегмента с целью принятия оперативных решений по регулированию активности рынка со стороны контролирующих органов.

- Необходимо четко определить круг ценных бумаг, допускаемых для использования в таких операциях. По американскому примеру не следует разрешать сделки с ценными бумагами, не прошедшими листинг на официально зарегистрированных биржевых площадках.

- Необходимо определить минимально допустимый размер маржи и в дальнейшем оперировать им для целей управления ликвидностью фондового рынка. Для различных сегментов можно определить свой уровень маржи. Например: для сегмента корпоративных ценных бумаг маржа будет выше, для более надежного рынка ГЦБ – ниже и т.п.

- Следует ввести обязательный уровень поддерживаемого вноса, установив его для корпоративных ценных бумаг 40 % и запретив операции по счету при снижении капитала ниже этого уровня. Определить срок обязательного восполнения счета до нужного уровня в один банковский день. В случае недовнесения необходимых денежных средств в указанные сроки или падения текущего уровня поддерживаемого вноса до 25 % обязать брокера продать часть ценных бумаг клиента до восстановления требуемого уровня.

3. Осуществление процесса мониторинга за этими операциями целесообразно возложить на НАУФОР. Для облегчения этого процесса необходимо внести соответствующую дополнительную строку в форму ежеквартальной отчетности (электронная анкета ФКЦБ России), предоставляемой профучастниками в НАУФОР. [18, 24]

Но помимо перечисленных проблем Брокер сталкивается и с такой проблемой как оптимизация своих кредитных ресурсов, предоставляемых клиентам.

## 1.2. Проблема оптимизации денежных ресурсов Брокера, используемых для маржинального кредитования, и способы ее разрешения.

Как уже было сказано, при покупке ценных бумаг инвестор, имея маржинальный счет, должен покрыть своими деньгами лишь определенную часть цены, а недостающую сумму занять у брокерской фирмы. Сумма, позаимствованная у брокерской фирмы в результате подобной покупки с использованием маржи, определяется как дебетовый остаток инвестора. Ссудный процент на этот дебетовый остаток обычно исчисляется путем прибавления платы за обслуживание Брокера к процентной ставке за денежный кредит, взятый на покупку ценных бумаг. В свою очередь ставка процента за кредит на покупку бумаг – это процент, выплачиваемый брокерской фирмой третьей стороне, ссудившей фирме недостающие деньги, которые в конечном итоге попали к инвестору для частичного покрытия покупки. Таким образом, брокерская фирма в некотором смысле выступает как финансовый посредник в процессе кредитования, способствуя предоставлению кредита инвестору некоторой третьей стороной (обычно банком).

Собственный портфель Брокера состоит из:

- 1 Денежных средств, используемых в качестве ресурсов кредитования,
- 2 Ценных бумаг, которые также могут быть предоставлены клиентам на условиях кредита, а также под залог которых Брокер может сам получить заемные средства у третьих лиц для предоставления кредита своим клиентам.

Если собственный портфель Брокера много больше совокупного клиентского портфеля, то особых проблем с кредитованием клиентов Брокер не испытывает. Но здесь может возникнуть проблема избыточной ликвидности, тем более если большую часть портфеля составляют денежные средства.

Брокерская компания определяет для себя лимиты по денежным средствам и ценным бумагам, используемым в качестве кредитных ресурсов. Возникает вопрос «Какая величина кредитных ресурсов может с одной стороны удовлетворить потребности клиентов в отношении предоставляемых им заемных средств, а с другой – обеспечить доходность и эффективность собственного портфеля». Т.е. другими словами, брокер должен постоянно иметь в наличии такую величину денежных кредитных ресурсов, которая позволит ему удовлетворять потребности клиентов в полном объеме, не «замораживая» лишние суммы на счетах и не снижая тем самым их эффективность.

При кредитовании ценными бумагами Брокер должен определить для себя не только необходимое количество ценных бумаг, но и их состав. Также здесь возникает проблема поддержания доходности портфеля и проблема управления рисками. Потребности клиентов в отношении займа определенного вида и количества ценных бумаг являются случайной величиной. Так Брокеру приходится держать в своем портфеле достаточно широкий круг бумаг и он должен каким-то образом обезопасить себя от убытков при неблагоприятной ситуации на фондовом рынке.

В данной работе рассматривается проблема оптимизации денежных ресурсов Брокера, используемых для маржинального кредитования. При этом под оптимальной величиной денежных ресурсов стоит понимать ту величину, которая будет обеспечивать среднестатистические потребности клиентов в заемных средствах. Это не означает, что Брокер не сможет выдавать особо крупные кредиты, т.к. у него всегда есть возможность занять недостающие ресурсы у третьих лиц под определенную ставку процента.

Определение оптимальной величины кредитных ресурсов Брокера напрямую связано с управлением его ликвидностью. Можно провести некоторую аналогию между управлением ликвидностью отдельной брокерской структуры и управлением ликвидностью коммерческого банка. Управление ликвидностью Брокера будет тем эффективнее, чем

полнее оно соответствует реальным условиям его деятельности, сформированным под воздействием ряда факторов внешней и внутренней среды.

К наиболее значимым факторам внешней среды следует отнести

- состояние макроэкономической среды, в том числе финансовое состояние субъектов экономики;
- политическую среду;
- состояние правовой среды;
- состояние финансовых рынков;
- состояние банковского сектора экономики.

К основным внутренним факторам следует отнести

- масштаб деятельности;
- состояние капитальной базы;
- квалификацию персонала;
- конкурентные преимущества;
- регламенты и процедуры, возможность и легкость доступа к дополнительным источникам средств.

Оптимальная величина кредитных ресурсов рассчитывается на основе анализа вышеперечисленных факторов. Каждый расчет проводится по нескольким сценариям. Их количество определяется возможностями Брокера и может включать все либо основные варианты неблагоприятного, с точки зрения руководства компании, развития событий. Представляется целесообразным рассмотрение таких сценариев в количестве не менее трех:

- деятельность Брокера в условиях обычной деловой активности (базовый вариант);
- деятельность в условиях кризиса ликвидности самого Брокера;
- деятельность Брокера в условиях общего кризиса рынка. [24, 23]

Также к факторам, которые могут служить причиной изменения развития событий следует отнести:

- потерю или существенные финансовые затруднения наиболее крупных клиентов Брокера;
- значительную потерю позиций на отдельных сегментах финансового рынка, вследствие деятельности конкурентов;
- события, способные изменить массовое поведение клиентов (деноминация, принятие новых законодательных и нормативных актов и т.д.);
- развитие финансового рынка, в том числе появление новых свободно обращающихся на рынке инструментов.

Информационной базой анализа служат;

- данные аналитического и синтетического учета;
- данные по индикаторам финансового рынка;
- информация о предстоящих событиях, способных повлиять на деятельность брокерской компании или финансового рынка;
- анализ влияния отдельных событий на поведение клиентов и состояние рынка ( в том числе изменения в законодательстве).

Эти данные позволяют оценить структуру, срок, характер потребностей клиентов в заемных средствах; состояние финансового рынка в целом и отдельных его сегментов, а также сделать прогноз их развития. Данный подход к оптимизации кредитных ресурсов является довольно субъективным, так как основан на мнениях и убеждениях аналитиков рынка.

Более надежным и объективным методом для решения исследуемой проблемы является применение теории массового обслуживания. Разработанная для решения таких проблем как телефонное обслуживание, обслуживание портов и аэропортов, управление запасами, данная теория в последние годы с успехом применяется для решения экономических проблем.

## ГЛАВА 2. ТЕОРИЯ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ КАК СПОСОБ ПОСТРОЕНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОПТИМИЗАЦИИ ДЕНЕЖНЫХ РЕСУРСОВ БРОКЕРА, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ МАРЖИНАЛЬНОГО КРЕДИТОВАНИЯ.

### 2.1. Описание теории массового обслуживания.

#### **2.1.1. Суть теории массового обслуживания и ее применение в различных областях деятельности.**

Процесс кредитования Брокером своих клиентов представляет собой процесс, который условно можно разбить на два составляющие:

- процесс оформления кредитной заявки клиентом и выдача кредита;
- процесс использования клиентом заемных средств и погашение кредита.

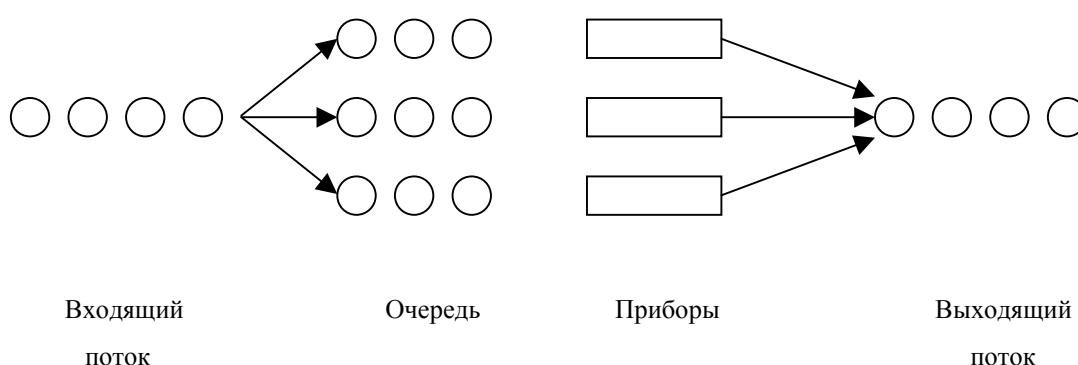
В целом процесс кредитования можно представить как систему массового обслуживания. Под данной системой обычно понимают совокупность обслуживающих



приборов и обслуживаемых требований (заявки, заказы и т.п.) из некоторого входящего потока требований.

Иногда систему массового обслуживания понимают более широко, именно как некоторую функционирующую структуру, состоящую из (рис.2.1):

- 1 входящего потока требований (потока заявок)
- 2 очереди из требований
- 3 обслуживающих приборов (числа каналов)
- 4 выходящего потока требований



**Рис. 2.1. Структура системы массового обслуживания.**

Цель теории массового обслуживания – анализ процесса образования очередей, определение взаимосвязей между их основными характеристиками и в конечном счете выявление наилучших путей управления этими процессами (нахождение оптимальных режимов их протекания). [39, 12]

Там, где процесс на первый взгляд представляется хаотичным, беспорядочным сцеплением случайных событий, где, казалось бы отсутствует всякая закономерность, а следовательно, и поле для исследования потока требования и управления им, теория массового обслуживания позволяет обнаружить и практически использовать определенную регулярность и закономерность.

Комплексное изучение системы массового обслуживания дает возможность получить необходимую информацию и, таким образом, подготовить основания для принятия решений, относительно режима функционирования системы, улучшения ее организации и т.д. В качестве основания для принятия решений выступают параметры, характеризующие различные стороны действия как системы в целом, так и отдельных ее элементов. Так как моментам поступления требований в систему и длительности их обслуживания присущи случайные колебания, то для описания отдельных системы привлекаются распределения

случайных величин и их числовые характеристики ( средние значения, дисперсии и т.п..). основными характеристиками действия и состояния систем массового обслуживания обычно являются средние: среднее число требований в очереди и в системе, среднее время ожидания требования, среднее время функционирования системы и др., а также значения некоторых вероятностей, например вероятность того, что в системе имеется не менее определенного числа требований, вероятность возникновения очереди и т.д. Поскольку в теории массового обслуживания анализируются вероятностные процессы, то в ней широко используется аппарат теории вероятностей и математической статистики.

Рассматривая задачи, решаемые на основе теории массового обслуживания, следует указать на возможные варианты соотношения между целями, преследуемыми системой обслуживания в целом, и целями, к которым стремятся объекты обслуживания. Здесь, по-видимому, нужно назвать следующие ситуации.

*Цели полностью совпадают или близко соответствуют друг другу.* Такое соответствие можно наблюдать в значительном числе хозяйственных систем. Возьмем, например, систему ремонта автомобильных двигателей. И ремонтный завод, и владельцы неисправных двигателей хотя и по разным мотивам, но заинтересованы в наиболее быстром устранении неисправностей двигателей. Отсюда стремление к изменению параметров системы в одном направлении. К данному типу целей относятся и отношения Брокера и клиента по поводу предоставления заемных средств.

*Цели противоречат друг другу.* Это крайний и, вероятно, редко встречающийся случай. В качестве примера можно привести соотношение целей ПВО и самолетов противника. Если одна сторона будет стремиться максимизировать среднюю вероятность поражения ( в терминах теории массового обслуживания – вероятность того, что требование будет обслужено), то другая, естественно, будет предпринимать соответствующие меры для уменьшения ее.

*Цели не полностью совпадают, но и не находятся в противоречии.* Например, интересы пассажиров (ехать не в переполненном автобусе) и автобусного управления (интенсивно использовать машины и , таким образом, получать наибольшую отдачу на основные фонды) не находятся в полной гармонии. Улучшение одного параметра, допустим, снижение плотности пассажиров в расчете на один автобус ( для этого, естественно, надо увеличить число машин на линии), приводит к ухудшению другого параметра, например прибыли. В приведенном примере улучшение качества функционирования системы обслуживания может заключаться в поисках некоторого разумного компромисса интересов

обеих сторон. Во всяком случае, здесь возможны расчеты, показывающие, во что обходится той и другой стороне изменение режима функционирования системы.

Если система достаточно полно определена, т.е. изучены или заданы входящий поток требований ( последовательность поступления требований в систему), механизм обслуживания ( число обслуживающих устройств, число обслуживаемых в любой момент времени заявок, продолжительность обслуживания) и дисциплина очереди ( совокупность правил поведения заявок в очереди и их поступления в обслуживающие устройства), то это дает основание для математического описания системы, иначе говоря для построения математической модели. Если математическая модель более или менее адекватно отображает систему, то она позволяет получить параметры, характеризующие те или иные свойства системы.

Процесс исследования систем массового обслуживания в общих чертах содержит следующее:

- логический анализ причинно-следственных связей отдельных звеньев системы: вскрытие условий и специфики формирования потока требований и механизма их обслуживания, выявление задач системы и т.д. Такой анализ позволяет отнести систему массового обслуживания к той или иной категории и , если это возможно, подобрать соответствующую математическую модель из широкого круга уже разработанных моделей или разработать новую модель;

- статистический анализ основных элементов системы, т.е. сбор и обработку данных, характеризующих эти элементы, построение соответствующих распределений (например, распределение числа требований). Сюда же относится проверка гипотез о характере распределений соответствующих величин и режиме функционирования системы. Чтобы математическая модель была ближе к реальности и на ее основе можно было бы действительно определить свойства системы массового обслуживания, статистическое описание должно быть проведено достаточно основательно. Этот этап позволяет получить статистические данные, необходимые для построения и практического использования математической модели системы;

- разработку (или подбор) математической модели, аналитически описывающей систему массового обслуживания, ее наполнение исходными данными и экспериментальную проверку;

- получение искомых оценок, их всесторонний анализ и выявление путей улучшения качества функционирования системы.

Таким образом, перед теорией массового обслуживания стоят проблемы, которые связаны с анализом поведения системы. Анализ поведения охватывает расчет различных характеристик и оценку влияния их изменений на состояние, качество и эффективность функционирования системы. Статистический анализ заключается, как уже говорилось выше, в получении статистических характеристик, главным образом рядов распределения, и в проверке различных гипотез о характере этих распределений (соответствие их тем или иным законам распределения и т.д.). Цель анализа, охватывающего организационные аспекты, - повышение качества и экономической эффективности функционирования систем обслуживания, контроль за их действием.

Теория массового обслуживания широко применяется в различных областях деятельности человека. Одной из таких областей является решение задач управления производственными запасами. В самом деле: сущность управления запасами заключается в обеспечении текущего производства соответствующими материалами, деталями или изделиями и их своевременном пополнении. Если подходить к такой задаче с позиций теории массового обслуживания, то под требованием можно понимать заявку (заказ) на изделия, подаваемую складом для пополнения запасов. Заявка подается в тот момент, как только со склада в цех потребованы изделия. Обслуживание – это доставка изделий на склад для обеспечения текущих нужд производства. Соответственно длительность обслуживания – это время выполнения заказа или поставки. Каналами обслуживания здесь являются сами накопленные изделия.

Наибольший возможный объем запасов соответствует максимальному числу каналов обслуживания. Если запасы исчерпаны, то в терминах теории массового обслуживания это равнозначно тому, что все каналы заняты. Число свободных каналов равно наличному запасу изделий. Если число требований превышает имеющееся число изделий, то образуется своеобразная очередь требований, ожидающих обслуживания.

При таком подходе создается возможность для систематизированного количественного анализа процессов пополнения производственных, а в ряде систем и торговых запасов и научного управления ими.

Другой перспективной областью является календарное планирование производства, где помимо различных методов оптимизации (например, линейного программирования), могут применяться модели и методы теории массового обслуживания. В самом упрощенном варианте каждое рабочее место и соответствующий поток нуждающихся в обработке изделий рассматриваются как самостоятельные системы обслуживания. Более действенный подход заключается в описании производственного процесса в целом – в пределах цеха или

в рамках относительно его отделений, участков и т.д. В связи с этим разработаны сложные системы массового обслуживания, состоящие из подсистем. В таких системах длительность производственных операций значительно варьирует. Возникает возможность создания очередей изделий, ждущих обработки. В связи с этим часто возникает проблема: выбрать такую дисциплину очереди, при которой можно было бы достичь оптимального значения выбранного критерия (например, наименьшая длительность выполнения заказа).

Очень важная область применения теории массового обслуживания – транспорт. Выделяют две основные задачи. Первая заключается в анализе систем погрузки и разгрузки средств транспортировки грузов.. Более сложные системы могут охватывать не только разгрузочно-погрузочные работы, но и процесс перевалки грузов. Вторая задача – исследование потоков транспортных средств или пешеходов. При таком анализе учитывается не только время, но и пространство. Значение этого направления исследований трудно переоценить, поскольку интенсивность транспортных потоков с каждым годом увеличивается. Естественно, что растут и трудности организации и управления ими.

Несколько лет назад теория массового обслуживания была применена и в банковской сфере. Работа современного коммерческого банка имеет достаточно полную аналогию с работой автоматических телефонных станций (АТС) и системой массового обслуживания. В КБ от клиентов поступает поток самых различных заявок на услуги Банка, а Банк в соответствии с наличием своих каналов обработки удовлетворяет (или не удовлетворяет) эти заявки. Разумеется, Банк заинтересован в том, чтобы заявки от клиентов на банковские услуги не покидали Банк вообще. Более того, клиента может не устраивать время удовлетворения заявки и он может обратиться со своей заявкой в другой Банк, что также нежелательно.

Все это требует оптимизации работы службы управленческого контроля Банка. Методы теории массового обслуживания позволяют оптимизировать работу Банка так, чтобы заявки от клиентов на банковские услуги не только не «уходили» из Банка, но и обрабатывались в приемлемые для клиентов сроки без очередей. Это достигается подбором нужного количества «каналов» обработки заявок клиентов и интенсивности работы этих каналов. [16, 9]

Пусть имеется поступающий в Банк пуассоновский поток заявок клиентов с интенсивностью  $A$ . Ограничений на число этих заявок нет. Обслуживание может проводиться с различными интенсивностями, множество значений которых конечно и есть  $B(1), B(2), \dots, B(k)$ . Эти интенсивности обслуживания нумеруются в порядке их возрастания, то есть  $B(1) < B(2) < \dots < B(k)$ , причем  $A < B(k)$ . Длительности обслуживания при всех

интенсивностях являются взаимно независимыми и экспоненциально распределенными случайными величинами, не зависящими от входящего потока заявок. За каждую единицу времени пребывания в банке  $n$  – заявок начисляется штраф  $C(n) \geq 0$ , ( $n = 0, 1, 2, \dots$ ). Функция  $C(n)$  является неубывающей по  $n$  и стремится к бесконечности, если  $n$  стремится к бесконечности.

За каждую единицу времени, в течение которой используется интенсивность  $k = 1, K$  начисляется штраф  $h(k)$ . Предполагается, что с ростом интенсивности штраф растет, то есть  $h(1) \leq h(2) \leq \dots \leq h(K)$ .

Управление механизмом обслуживания заключается в назначении интенсивности обслуживания, которую следует использовать при наличии в КБ заявок  $n > 0$ . В качестве критерия при этом служат средние расходы от функционирования Банка в единицу времени стационарного режима:

$$U = C(0) P_0 + \sum_{n=1}^{\infty} P_n [C(n) + h(k(n))] \quad (2.1)$$

где:  $\sum$  – сумма от  $n = 1$  до бесконечности;

$P_n$  – стационарная вероятность нахождения в Банке  $n$  – заявок;

$k(n)$  – номер интенсивности обслуживания, используемой при наличии в Банке  $n$  – заявок.

Состояние Банка как системы массового обслуживания определяется числом находящихся в нем заявок. Пространство состояний  $S = (0, 1, 2, \dots)$ . Управление необходимо принимать для подпространства  $S^* = (1, 2, \dots)$ , являющегося частью  $S$ . Его следует разбить на непересекающиеся множества  $S(1), S(2), \dots, S(K)$ , причем для состояний из  $S(k)$  использовать интенсивность обслуживания  $B(k)$ .

Если выражение  $\sum_{n=1}^{\infty} P_n [C(n) + h(k(n))]$  меньше бесконечности, то оптимальное управление, минимизирующее выражение (1.1), задается набором  $k + 1$  чисел  $i(1) \leq i(2) \leq \dots \leq i(k+1)$ . Эти числа определяют управление следующим образом: если число заявок  $n$  в Банке находится в пределах  $i(k) \leq n < i(k+1)$ , то используется интенсивность  $B(k)$ . Если  $i(k) = i(k+1)$ , то интенсивность  $B(k)$  не используется.

Такое управление называется монотонным, то есть используемая интенсивность обслуживания есть неубывающая функция  $k(n)$  числа заявок в Банке.

Таким образом, в данном примере предложено управление механизмом обслуживания заявок на услуги Банка. управление заключается в принятии решения об интенсивности обслуживания поступающей заявки путем изменения количества специалистов, скорости

обслуживания и др. Приведенный пример использования теории массового обслуживания хорошо подходит и применяется в такой сфере банковской деятельности, как расчетно-кассовое обслуживание клиентов.

### 2.1.2. Элементы и допущения теории массового обслуживания.

Состояние системы массового обслуживания – результат взаимодействия входящего потока требований и механизма обслуживания при определенной дисциплине очереди. Чтобы количественно определить эти параметры, необходимо соответствующим образом описать элементы системы. Два элемента, поток требований и время обслуживания, описываются статистически, т.е. данные наблюдений обобщаются в виде рядов распределений, к которым подбираются соответствующие кривые, характеризующие тот или иной закон распределения вероятностей. Рассмотрим основные элементы системы массового обслуживания более подробно.

Первым элементом системы массового обслуживания является входящий поток требований или поток событий. *Потоком событий* называется последовательность событий, происходящих одно за другим в какие-то случайные моменты времени. Чаще всего предполагается, что требования в систему поступают не группами, а по одному, т.е. принимается допущение о том, что одновременное поступление в данную систему двух и более требований полностью исключается или маловероятно. Иначе говоря, вероятность поступления двух или более требований в один момент времени  $t$ , а точнее, на малый участок в окрестности этого  $t$  имеет столь малую величину, что ею можно пренебречь. Если поток требований отвечает указанному условию, то говорят, что он обладает свойством *ординарности*.

Иногда поток не характеризуется ординарностью: требования поступают группами. Отсутствие ординарности существенно усложняет количественный анализ системы. Однако в ряде случаев поток, в котором требования появляются группами, можно искусственно представить в виде ординарного потока. Это не приводит к серьезным смещениям в получаемых оценках.

Требования поступают в систему в некоторые моменты времени. Причем интервалы между этими моментами – основная характеристика входящего потока – в преобладающем числе систем не являются равными. Эта величина непрерывно варьирует под воздействием множества действующих в самых различных направлениях причин случайного характера. Поэтому она наиболее полно может быть описана с помощью некоторого закона распределения, показывающего вероятность той или иной продолжительности интервала.

Другой важной характеристикой входящего потока является частота поступления требований в систему в единицу времени, которая также варьирует во времени и описывается соответствующим распределением.



Предполагается, что параметры закона распределения интервалов между поступлениями требований в систему не изменяются во времени. Статистический анализ должен дать ответ на вопрос о том, действительно ли параметры распределения являются устойчивыми ( в течение дня, месяца и т.д.). Иначе говоря, зависит ли вероятность поступления требования от начала отсчета времени или только от продолжительности периода? Если вероятность поступления требования зависит только от продолжительности периода, то входящий поток обладает свойством *стационарности*.

В действительности, если рассматривать более или менее продолжительные периоды поступления требований в систему, полная стационарность встречается вбесьма редко. Однако отсутствие полной стационарности не так серьезно, как может показаться на первый взгляд. Во-первых, период функционирования системы можно разбить на несколько подпериодов, в пределах которых параметры распределения изменяются настолько незначительно, что могут считаться статистически устойчивыми, а соответствующие потоки – стационарными. Во-вторых, по-видимому, нет необходимости анализировать все время функционирования системы: в организационных улучшениях нуждаются в первую очередь периоды наибольшей нагрузки системы.

Относительно ряда реальных систем массового обслуживания принимается условие, согласно которому интервалы между поступлениями требований являются независимыми величинами, т.е. между ними нет никакой связи. Иначе говоря, число требований, поступивших в систему после некоторого момента времени, не зависит от того, сколько их поступило до этого момента. Это свойство названо *отсутствием последствия*.

На характер формирования потока требований часто воздействуют и другие условия. К ним прежде всего относится ограничение количества источников возникновения требований. В большинстве систем это ограничение очень мало или практически совсем не влияет на характер потока, поэтому его можно не принимать во внимание.

Немаловажное значение имеет и предположение о независимости потока требований от различных характеристик системы. Так, обычно предполагается, что параметр потока не связан с другими характеристиками системы, например с числом требований, ожидающих обслуживания, или с продолжительностью ожидания. Это допущение существенно упрощает задачу количественного описания потока требований и системы в целом.

Рассмотрим наиболее часто встречающийся тип входящего потока – *простейший поток*. Если входящий поток обладает свойствами ординарности, стационарности и отсутствия последствия, т.е. соответствует трем основным рассмотренным выше допущениям, то такой поток называется простейшим. С простейшим потоком встречаются в

тех случаях, когда требования поступают от большого числа источников случайно и независимо друг от друга. Такие потоки весьма часто встречаются на практике. [39, 29]

Иногда простейший поток называют пуассоновским, поскольку поступление требований в этом случае следует распределению Пуассона с параметром  $\lambda$ . Величина  $\lambda$  характеризует интенсивность поступления, или среднее число требований, поступающих в единицу времени. Величину  $\lambda$  часто называют *параметром потока или интенсивностью потока*.

Если число требований следует закону Пуассона, то распределение, характеризующее интервалы между моментами поступления двух требований, является показательным. Интервал времени от начального момента до поступления первого требования, а также интервал между произвольным фиксированным моментом времени и моментом поступления ближайшего требования также следуют показательному закону.

Рассмотрим процесс обслуживания. Он характеризуется прежде всего *пропускной способностью*, т.е. максимальным числом заявок, которые обслуживаются одновременно. Пропускная способность системы зависит от числа *каналов обслуживания*, под которыми понимается вся совокупность технических устройств или ресурсов, обеспечивающих обслуживание одной заявки. Работа каждого канала характеризуется тем временем, которое затрачивается на обслуживание одной заявки. В общем случае это время является случайным. Если рассматриваемая нами система массового обслуживания является пуассоновской системой, то время обслуживания одной заявки распределено по показательному закону с параметром  $\mu$ . Данный параметр называют также *интенсивностью потока обслуживаний*.

Не менее важным показателем процесса обслуживания является *длительность обслуживания*, под которой понимается временной интервал между моментом поступления требования в канал обслуживания и моментом выхода требования из этого канала. В ряде случаев длительность обслуживания меньше времени, в течение которого канал занят обслуживанием одного требования. Например, заявка может быть полностью обслужена, однако канал обслуживания некоторое время не освобождается для новой заявки, так как в канале еще продолжают процессы, не связанные непосредственно с воздействием на объект обслуживания. При определении времени занятости канала обычно предполагается, что этот показатель включает в себя и время на подготовительно-заключительные операции. На практике, однако, чаще всего длительность обслуживания приравнивается к продолжительности занятости канала обслуживания.

Помимо рассмотренных параметров: числа каналов  $n$ , интенсивности обслуживания заявки каждым каналом  $\mu$  и интенсивности поступления заявок в систему  $\lambda$ , эффективность работы системы массового обслуживания будет зависеть от *дисциплины очереди или алгоритма обслуживания*. Дисциплина очереди может сложиться стихийно или в результате длительной практики, вытекать из обычаев и традиций, может быть установлена исходя из каких-либо технологических, организационных, экономических или иных соображений. Дисциплина очереди предусматривает: правило отбора требований, поступающих в канал обслуживания; наличие или отсутствие приоритета у требований, шкалу приоритета и правило применения приоритета, если он существует; ограничение на размер очереди или на время ожидания в очереди.

Наиболее распространенными являются *приоритетные дисциплины* обслуживания. В этом случае предполагается, что поступающие заявки делятся на  $L$  – классов. За каждым классом заявок закрепляется определенный приоритет, задаваемый числами от 1 до  $L$ , причем разным классам соответствуют разные приоритеты. Чем меньше номер класса, тем выше приоритет. Если заявка при поступлении в систему массового обслуживания застаёт хотя бы один канал свободным, то заявка сразу принимается на обслуживание. В противном случае вступает в силу дисциплина приоритетов.

Приоритетные дисциплины бывают двух типов: относительные и абсолютные. В случае *относительных приоритетов* управление допускается только в момент окончания обслуживания. В каждый из таких моментов на обслуживание принимается та из ожидающих заявок, которая имеет наивысший приоритет. Если заявок с наивысшим приоритетом несколько, то из них выбирается та, которая поступила в систему ранее. Заявка, заставшая при своем поступлении в систему все каналы занятыми, ожидает начала обслуживания, так что в случае относительных приоритетов прерывания обслуживания не происходит.

В случае *абсолютных приоритетов* управление допускается как в моменты окончания обслуживаний, так и в моменты поступления заявок. В моменты окончания обслуживаний действует правило относительных приоритетов. В момент поступления заявки, имеющей больший приоритет, чем приоритет обслуживаемой заявки, происходит прерывание обслуживания и принятие на обслуживание поступившей заявки. Заявка, обслуживание которой было прервано, возвращается в очередь и принимается на обслуживание после того как в системе массового обслуживания не остается заявок более высокого приоритета. При этом возможны следующие варианты: дообслуживание заявки или обслуживание заявки заново. Следовательно, в случае абсолютных приоритетов

возможно прерывание обслуживания, причем в каждый момент времени обслуживается та заявка из находящихся в системе, которая имеет наивысший приоритет.

Заметим здесь, что обычные приоритеты являются статическими, то есть каждому классу заявок присваивается постоянный приоритет. Динамические (ситуационные) приоритеты предусматривают возможность изменения приоритетов в зависимости от текущего состояния системы массового обслуживания, то есть от ситуации. Динамические приоритеты включают в себя как частный случай обычные приоритеты. Действительно, если при обычных приоритетах классы заявок пронумерованы по убыванию приоритетов, то их можно описать как динамические приоритеты следующего вида: в множество находящихся в системе заявок  $S(l)$  входят те и только те состояния системы массового обслуживания, которые соответствуют наличию заявок  $l$ -го класса в системе массового обслуживания и отсутствию заявок классов с первого по  $(l-1)$ -й включительно. [16, 10]

В теории управляемых случайных процессов динамические приоритеты являются частным случаем управлений в марковских и полумарковских процессах. В связи с этим все методы нахождения оптимальных управлений для последних пригодны для определения оптимальных динамических приоритетов.

При решении различных задач методами теории массового обслуживания нужно довольно ясно представлять себе весь порядок обслуживания.

## 2.2. Теоретическая модель оптимизации денежных ресурсов Брокера, используемых для маржинального кредитования.

### 2.2.1. Предпосылки теоретической модели оптимизации денежных ресурсов Брокера.

Прежде чем приступить к построению модели оптимизации денежных ресурсов Брокера необходимо проверить, что все отношение выданных кредитов за рассматриваемый период времени к собственным средствам клиента не превышает максимальный размер «плеча». Причем собственные средства клиента представляют собой сумму денежных средств на брокерском счете и рыночную стоимость клиентского портфеля ценных бумаг на дату выдачи кредита.

Поток требований на обслуживание состоит из кредитных заявок, подаваемых клиентами ежедневно. При этом не делается различия между клиентами или суммами заявок (т.е. не выделяются особо крупные, средние, мелкие заявки). Примем, что одна кредитная заявка подается на сумму 10 000 руб. Т.е. если, например, если клиенту требуется 50 000 руб. заемных средств, то мы будем говорить, что клиент подал 5 заявок. При этом сумма

округляется до десятка тысяч рублей с тем, чтобы иметь возможность оперировать целым числом заявок.

Далее необходимо проверить основное допущение теории массового обслуживания, а именно то, что поток заявок распределен по закону Пуассона (или максимально к нему приближен). Для этого весь период наблюдения разбивается на некоторые промежутки времени (обычно 1 день) и рассчитывается частота подачи заявок. При этом не принимаются в расчет выходные и праздничные дни, т.к. в реальности кредитная заявка не может быть подана в эти дни. Получив график распределения частоты заявок, необходимо найти *интенсивность поступления заявок* в систему, т.е. параметр  $\lambda$

Существует несколько способов нахождения величины  $\lambda$ .

Первый способ заключается в определении величины  $\lambda$  через средний интервал между поступлением двух заявок  $\bar{t}_\lambda$ .

$$\lambda = \frac{1}{\bar{t}_\lambda} \quad (2.2)$$

где  $\bar{t}_\lambda$  - средний интервал между поступлением двух заявок, определяемый как среднеарифметическая величина.

Необходимо заметить, что этот способ наименее трудоемкий, но и наименее достоверный.

Второй способ представляет собой расчеты, основанные на статистических данных. Интервал времени, в течение которого поток требований предполагается стационарным, разбивают на временные подынтервалы длиной  $t$  и подсчитывают число требований, фактически поступивших в каждый такой подынтервал. Затем по статистическим данным находят среднее значение числа требований, поступивших в подынтервал продолжительности  $t$ . После деления этого среднего значения на  $t$  получают приближенное (точнее говоря, выборочное) значение интенсивности потока заявок  $\lambda$ .

Пусть  $n_k$  - число временных подынтервалов длиной  $t$ , в которые поступило  $k$  требований. Тогда выборочное среднее значение  $\alpha$  числа требований, поступивших в промежутки времени  $t$ , определяется по формуле

$$\alpha = \frac{1}{n} \sum_k kn_k; \quad n = \sum_k n_k, \quad (2.3)$$

где суммирование ведется по всем индексам  $k$ , для которых  $n_{ki} \neq 0$ .

Искомая же формула для  $\lambda$  имеет вид

$$\lambda = \frac{\alpha}{t} \quad (2.4)$$

где  $\alpha$  - среднее значение числа требований, поступивших в промежуток времени  $t$ .

При этом необходимо проверить, например при помощи критерия согласия  $\chi^2$ -квадрат, действительно ли рассматриваемый поток требований с заданной доверительной вероятностью можно считать пуассоновским.

Критерий согласия  $\chi^2$  («хи-квадрат») рассчитывается по формуле:

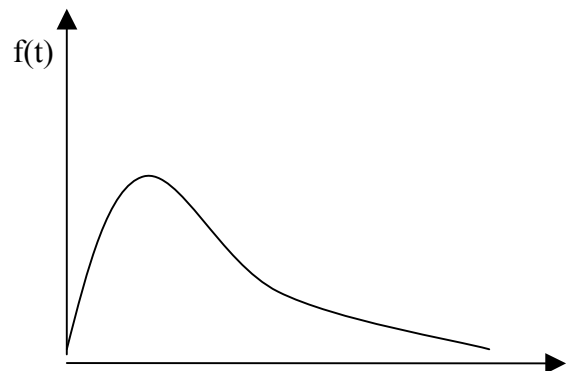
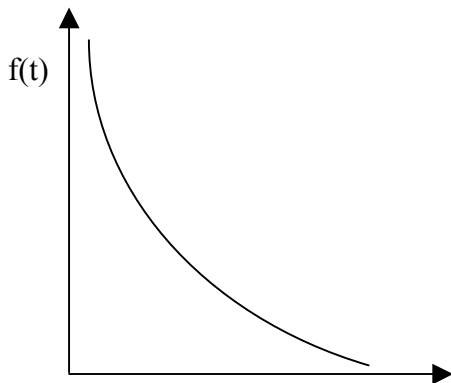
$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(f_i - f_i')^2}{f_i'} \quad (2.5)$$

где  $f_i$  и  $f_i'$  - соответственно частоты эмпирического и теоретического распределений в  $i$ -том интервале.

Полученное значение «хи-квадрат» сравнивается с табличным значением, и если оно оказывается ниже, чем табличное значение, то можно говорить о том, что полученное распределение с определенной достоверностью является Пуассоновским.

Данный способ нахождения параметра  $\lambda$  дает более точные результаты, но одновременно является очень трудоемким при достаточно большой выборке статистических данных.

Третий способ нахождения интенсивности потока  $\lambda$  заключается в следующем. Строится график распределения реальных статистических данных (график распределения частоты поступления заявок) и методом подбора находится параметр  $\lambda$ , при котором полученный эмпирическим путем график распределения будет соответствовать графику распределения Пуассона. (рис 2.2)





**Рис. 2.2. График распределения Пуассона.**

При этом параллельно рассчитываем среднее квадратическое отклонение по формуле:

$$\sigma = \frac{1}{n-1} \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (2.6)$$

где  $x_i$  - значение реального распределения;

$\bar{x}$  - значение распределения Пуассона;

$n$  – количество анализируемых значений распределения.

При найденном параметре  $\lambda$  среднее квадратическое отклонение должно быть минимальным из всех получаемых ранее значений. Также как и при втором способе нахождения параметра  $\lambda$  полученное распределение нужно проверить с помощью критерия «хи-квадрат»

Убедившись, что поток поступающих в систему заявок распределяется по закону, достаточно приближенным к закону Пуассона, можно говорить о том, что время пользования кредитными ресурсами распределяется по показательному закону. Для иллюстрации этого утверждения можно построить график распределения времени использования заемных средств клиентами в виде обычной гистограммы.

Все кредитные ресурсы Брокера (его денежные средства) можно представить в виде каналов обслуживания. Так как по теории массового обслуживания 1 канал может обслуживать только одну заявку, то величина 1 канала будет также соответствовать 10 000 руб. Другими словами сумму лимита денежных средств, выделенных Брокером для маржинального кредитования можно представить в виде некоторого числа каналов  $n$ .

Например, если Брокер направляет на кредитование своих клиентов сумму, равную 500 000 руб., то это в терминах теории массового обслуживания это означает, что он может предоставить 50 каналов.

Заявки, поступающие в систему, должны быть обслужены. Процесс обслуживания характеризуется таким параметром, как *интенсивность потока обслуживаний*  $\mu$ . Данный параметр определяют по следующей формуле:

$$\mu = \frac{1}{\bar{t}_\mu} \quad (2.7)$$

где  $\bar{t}_\mu$  - среднее время обслуживания одним каналом одной заявки.

$\bar{t}_\mu$  рассчитывается как средневзвешенная величина:

$$\bar{t}_\mu = \frac{\sum_{i=1}^m D * Kz}{\sum_{i=1}^m Kz} \quad (2.8)$$

где  $D$  – продолжительность обслуживания 1 заявки, т.е. время пользования кредитными ресурсами в днях;

$Kz$  – количество заявок, принятых на обслуживание.

Как правило, будем считать, что все каналы имеют одинаковую интенсивность потока обслуживаний  $\mu$ . В этом случае нет необходимости различать каналы (первый, второй и т.д.). Помимо этого, будем считать, что заявка может обслуживаться любым из  $n$  каналов, т.е. любой из  $n$  каналов «доступен» для заявки. Также определим такое понятие как «занятость канала», т.е. если, например, кредит выдан на сумму 40 000 руб., то в терминах теории массового обслуживания это означает, что 40 каналов системы являются занятыми и не могут обслуживать другие заявки до момента погашения кредита.

Если выполняются все допущения теории массового обслуживания, т.е. анализируемая система представляет собой систему массового обслуживания с параметрами  $n$ ,  $\lambda$ ,  $\mu$ , то можно перейти к нахождению параметров модели оптимизации денежных ресурсов.

### **2.2.2. Модель оптимизации денежных ресурсов Брокера, используемых для маржинального кредитования.**

Прежде чем перейти к нахождению параметров системы, необходимо определить ее тип. Применяемая в данной работе теория массового обслуживания рассматривает так называемую систему массового обслуживания с отказами. Т.е. данная система не предусматривает того, что кредитные заявки ожидают в очереди своего выполнения. Действительно, ситуация на фондовом рынке подвержена резким, подчас мгновенным, изменениям, и игрокам на этом рынке нецелесообразно ждать получения кредитных ресурсов, которые могут им в следующую минуту уже не понадобится. Другими словами заявка, попадая в систему и не находя свободных каналов, покидает ее необслуженной. Но необходимо отметить, что под отказом понимается не невозможность обслуживания



кредитной заявки, а лишь невозможность ее обслуживания сразу. Т.е. Брокеру требуется некоторое время, чтобы при недостатке собственных кредитных ресурсов заимствовать их у третьих лиц и предоставлять клиентам.

Для того, чтобы найти оптимальную величину денежных ресурсов необходимо рассчитать такие параметры системы, как среднее число занятых каналов и вероятность отказов (или вероятность того, что система полностью загружена).

Для систем массового обслуживания с отказами используются формулы Эрланга [30, 112]:

1. Среднее число занятых каналов, то есть среднее число выданных кредитов рассчитывается по формуле:

$$\bar{k} = \alpha \frac{R(n-1, \alpha)}{R(n, \alpha)}, \quad (2.9)$$

где  $R(n, \alpha)$  – функция распределения Пуассона;

$\alpha$  - параметр, равный отношению интенсивности поступления заявок к интенсивности обслуживания

$$\alpha = \frac{\lambda}{\mu} \quad (2.10)$$

где  $\lambda$  - интенсивность поступления заявок;

$\mu$  - интенсивность обслуживания заявок.

Функция распределения Пуассона :

$$R(n, \alpha) = \sum_{k=0}^n \frac{\alpha^k}{k!} e^{-\alpha} \quad (2.11)$$

где  $\alpha$  - параметр, равный отношению интенсивности поступления заявок к интенсивности обслуживания (формула 2.10);

$k$  - значения частот ряда распределения;

$n$  – сумма частот ряда распределения.

2. Вероятность того, что занято ровно  $k$  каналов, т.е. вероятность того, что кредитов выдано на некоторую определенную сумму:

$$P_k = \frac{P(k, \alpha)}{R(n, \alpha)}, \quad (2.12)$$

где  $R(n, \alpha)$  – функция распределения Пуассона, определяемая по формуле 2.11;

$k$  – значения частот ряда распределения;

$n$  – сумма частот ряда распределения.

$$P(k, \alpha) = \frac{\alpha^k}{k!} e^{-\alpha} \quad (2.13)$$

3. Вероятность отказа в обслуживании, т.е. вероятность того, что на удовлетворение потребности клиента в заемных средствах у Брокера не хватит денежных ресурсов.

$$P_{отк} = \frac{\alpha^n}{n!} \sum_{k=0}^n \frac{\alpha^k}{k!} \quad (2.14)$$

где  $\alpha$  – параметр, равный отношению интенсивности поступления заявок к интенсивности обслуживания (формула 2.10);

$k$  – значения частот ряда распределения;

$n$  – сумма частот ряда распределения.

4. Среднее время занятости канала, т.е. среднее время пользования кредитными ресурсами

$$\bar{t}_{з.к.} = \frac{1}{\mu} \quad (2.15)$$

где  $\mu$  – интенсивность обслуживания заявок.

5. Среднее время простоя системы, т.е. период времени, в течение которого кредитные ресурсы остаются невостребованными.

$$\bar{t}_{н.с.} = \frac{1}{\lambda} \quad (2.16)$$

где  $\lambda$  – интенсивность поступления заявок.

В результате мы получаем некоторое среднее число каналов при определенном уровне отказов. Если лимит денежных средств Брокера, используемых для маржинального кредитования достаточно высок, то можно снизить его до определенной величины, не изменяя среднее число обслуживаемых заявок и сохраняя на определенном уровне число отказов.

Определим эффективность использования кредитных ресурсов Брокером по следующей формуле:

$$\text{Эффективность} = \frac{\text{ПР}}{\text{Л}} * 100 \% \quad (2.17)$$

где ПР - полученная сумма процентов за пользование кредитами за период;

Л - величина лимита используемых кредитных ресурсов.

При этом полученную ставку эффективности необходимо выразить в годовых процентах. Сравнение годовых эффективностей использования кредитных ресурсов до и после оптимизации лимита денежных средств позволит судить о целесообразности применения данной модели оптимизации отдельным Брокером.

В итоге необходимо отметить, что данная методика хорошо подходит для Брокера, имеющего круг клиентов с однородными кредитными потребностями, т.е. нет клиентов, величина собственных средств которых резко превышает собственные средства основной массы клиентов. Если же у Брокера имеется 1-2 особо крупных клиента, то ему необходимо принимать их интересы в расчет (иначе заявки крупного клиента всегда будут встречать отказ).

Рассмотрим применение теории массового обслуживания к оптимизации денежных ресурсов брокера на конкретном примере.

### ГЛАВА 3. ОПТИМИЗАЦИЯ ДЕНЕЖНЫХ РЕСУРСОВ БРОКЕРА, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ МАРЖИНАЛЬНОГО КРЕДИТОВАНИЯ, НА ПРИМЕРЕ ООО КБ «ЯРБАНК».

#### 3.1. Анализ потока заявок и времени обслуживания на соответствие их допущениям теории массового обслуживания.

Исследование теоретической модели оптимизации денежных ресурсов Брокера, используемых для маржинального кредитования, проводилось на базе данных ООО КБ «ЯрБанк». В настоящее время КБ «ЯрБанк» без участия посредников имеет право осуществлять брокерские операции с ценными бумагами на биржах в качестве профессионального участника фондового рынка. Банк является членом секции фондового рынка Московской межбанковской валютной биржи и Санкт-Петербургской валютной биржи. Торги осуществляются через систему QUIK, техническое обслуживание осуществляет Сибирская межбанковская валютная биржа.

Банк вправе: осуществлять куплю-продажу ценных бумаг по поручению клиентов; хранить (учитывать) и использовать денежные средства клиентов, предназначенные для инвестирования в ценные бумаги или полученные от продажи ценных бумаг, если это предусмотрено условиями договора с клиентом; принимать на себя ручательство за исполнение сделки купли-продажи ценных бумаг третьим лицом; оказывать консультационные услуги по вопросам приобретения ценных бумаг и иных инвестиций, причем консультации могут даваться по телефону. С октября 2002 года фондовое подразделение Банка предоставляет своим клиентам услуги по маржинальной торговле.

В число анализируемых первоначальных данных деятельности Банка как Брокера, осуществляющего маржинальное кредитование, вошли:

- суммы и даты выдачи кредитов;
- сроки погашения кредитов;
- величина собственных денежных средств;
- портфель ценных бумаг клиента на момент выдачи кредита (Приложение 1).

Рассматриваемый период составил 5 месяцев (октябрь 2002 г. – февраль 2003 г.)

Анализ данных проводился с помощью программного обеспечения Microsoft Excel.

Прежде чем перейти к расчету параметров системы обслуживания, необходимо проверить условие выдачи кредитов с максимальным «плечом». Размер «кредитного плеча» определяется как отношение заемных средств к собственным средствам клиента:

$$(3.1) \quad \text{Плечо} = \frac{ЗС}{СС}$$

где ЗС – величина заемных средств, предоставленных Брокером клиенту;

**СС – величина собственных средств клиента, равная сумме денежных средств на его брокерском счете и рыночной стоимости портфеля ценных бумаг на дату выдачи кредита.**

Другими словами, если Банк кредитует клиента с максимальным «плечом» 2 : 1, то кредиты, выданные с нарушением этого условия будут рассматриваться как исключение из правил и не будут входить в состав исследуемой системы. Размер кредитного «плеча» по каждому выданному кредиту представлен в Приложении 2. Как видим, кредитов, превышающих «плечо» нет. График распределения величины «кредитного плеча» представлен на рис 3.1.

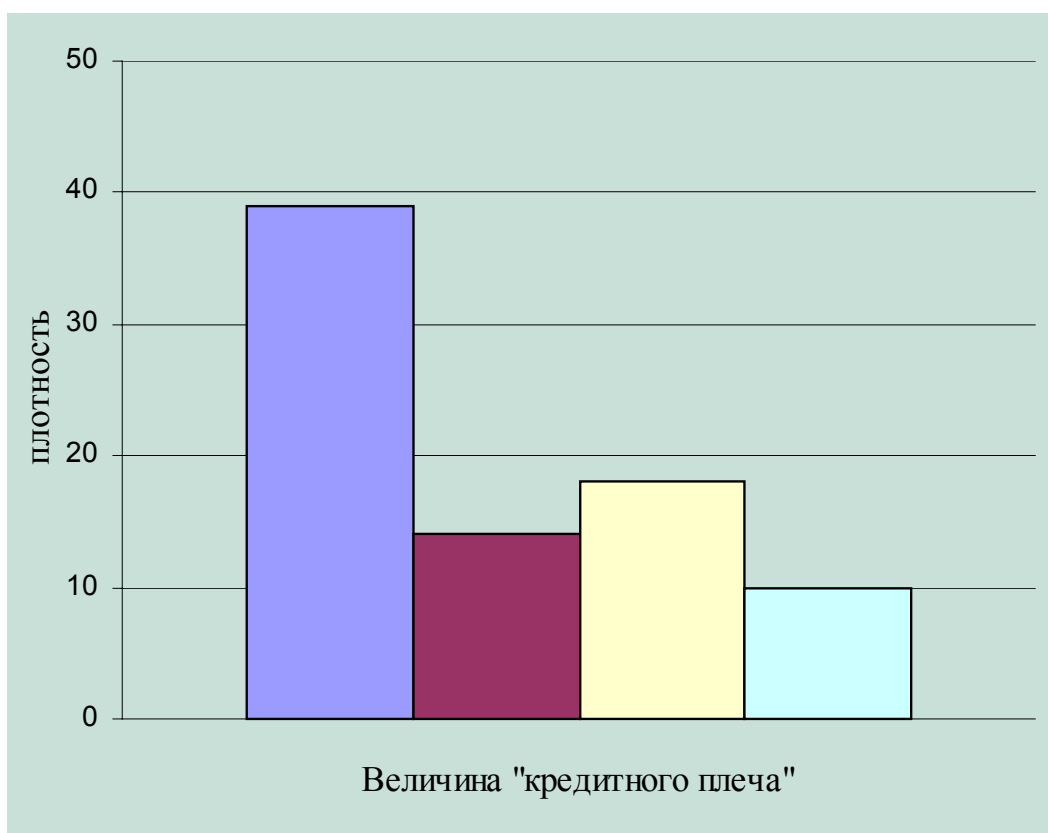


Рис. 3.1. Распределение величины «кредитного плеча» при маржинальном кредитовании.

Так как мы приняли положение о том, что 10 000 руб. равняются 1 кредитной заявке, то все суммы выданных кредитов необходимо представить в количестве поданных в Банк кредитных заявок, округляя при этом количество заявок до целого числа (Приложение 2.) Таким образом получим, что общее количество заявок, полученных от клиентов, за рассматриваемый период составило 567 штук.

Нам необходимо проверить, что последовательность поступающих кредитных заявок распределяется по закону Пуассона. Для этого рассматриваемый период разобьем на дни, исключая выходные и праздничные дни, и определим частоту ежедневного поступления кредитных заявок. Результаты представлены в таблице 3.1.

**Таблица 3.1.**

**Частота поступления ежедневных кредитных заявок.**

<b>Кол-во заявок</b>	<b>Частота</b>	<b>Кол-во заявок</b>	<b>Частота</b>	<b>Кол-во заявок</b>	<b>Частота</b>
0	10	23	0	46	0
1	0	24	0	47	0
2	9	25	0	48	0
3	2	26	0	49	1
4	5	27	0	50	0
5	4	28	0	51	1
6	3	29	0	52	0
7	1	30	0	53	0
8	2	31	0	54	0
9	4	32	0	55	0
10	3	33	0	56	0
11	2	34	0	57	0
12	1	35	1	58	0
13	1	36	0	59	0
14	0	37	0	60	0
15	0	38	1	61	0
16	2	39	0	62	0
17	2	40	0	63	0
18	0	41	0	64	0
19	0	42	0	65	1
20	0	43	1		
21	0	44	0		
22	0	45	0	<b>Итого:</b>	<b>57</b>

Расшифруем данные, приведенные в таблице. Так, например, сочетание «количество заявок 2 – частота 9» означает, что ситуация, когда ежедневно поступает ровно 9 заявок, за рассматриваемый период встречается 2 раза. Другими словами, только на две даты из анализируемого периода сумма выданных в течение дня кредитов составила 90 000 руб.

График частоты поступления ежедневных кредитных заявок представлен на рис 3.2.

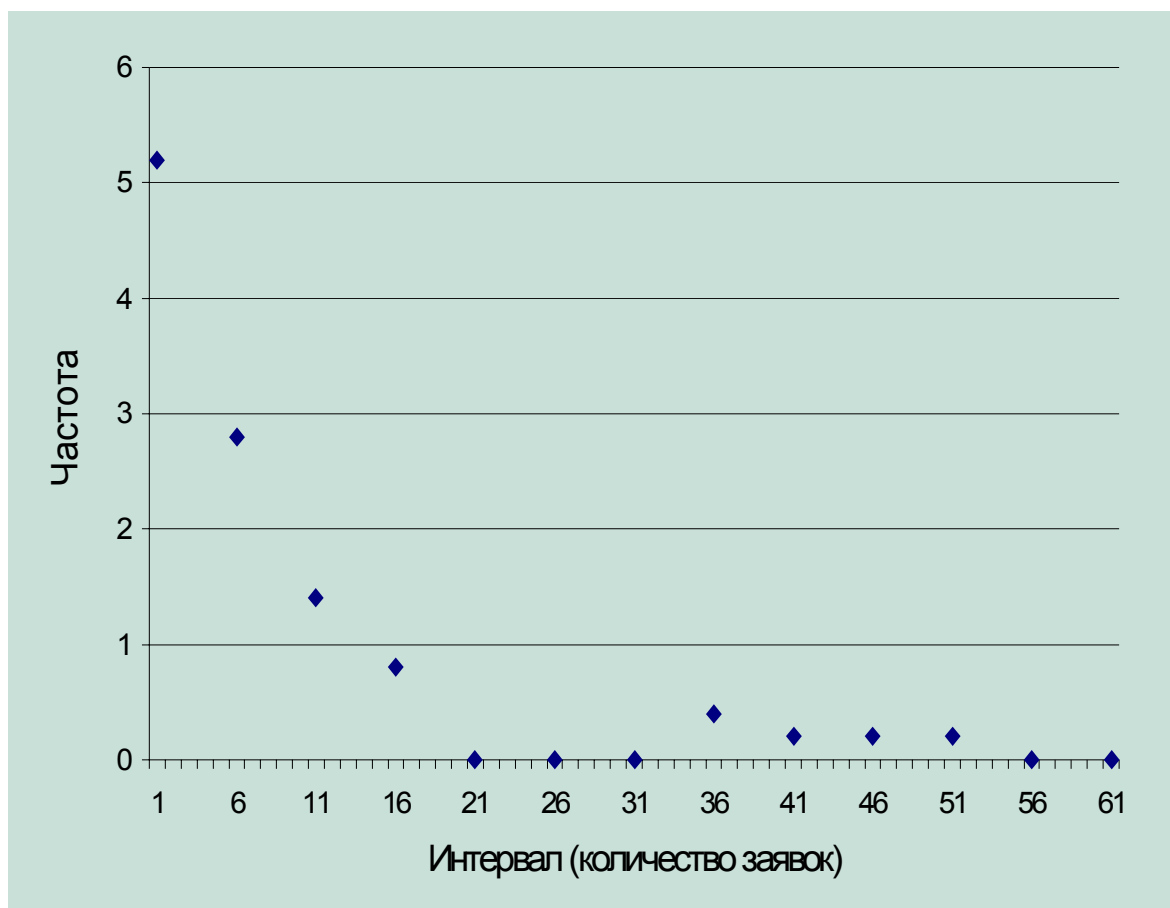


Рис. 3.2. Частота поступающих кредитных заявок

На первый взгляд такое распределение напоминает распределение Пуассона, кривая которого представлена на рис. 2.2 а. Для нахождения параметра  $\lambda$  воспользуемся способом наложения графиков по данным теоретического и эмпирического наблюдений, описанным выше. Для начала определим теоретические частоты распределения, для чего эмпирические частоты умножим на значения вероятностей, полученные по закону распределения Пуассона. Величины теоретических частот представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2.

Значения теоретических частот потока поступающих кредитных заявок.

Кол-во заявок	Частота	Кол-во заявок	Частота	Кол-во заявок	Частота
0	2	23	0	46	0
1	7	24	0	47	0
2	11	25	0	48	0
3	13	26	0	49	0
4	10	27	0	50	0
5	7	28	0	51	0
6	4	29	0	52	0
7	2	30	0	53	0
8	1	31	0	54	0
9	0	32	0	55	0
10	0	33	0	56	0
11	0	34	0	57	0
12	0	35	0	58	0
13	0	36	0	59	0
14	0	37	0	60	0
15	0	38	0	61	0
16	0	39	0	62	0
17	0	40	0	63	0
18	0	41	0	64	0
19	0	42	0	65	0
20	0	43	0		
21	0	44	0		
22	0	45	0	<b>Итого:</b>	<b>57</b>

Так как величина эмпирических частот зависит от значения вероятности по закону Пуассона, то меняя параметр  $\lambda$ , мы находим такую его величину, при котором график теоретических частот оказывается максимально приближенным к графику эмпирических частот (рис.3.3). При этом параллельно отслеживаем величину среднеквадратического отклонения теоретических частот от эмпирических.



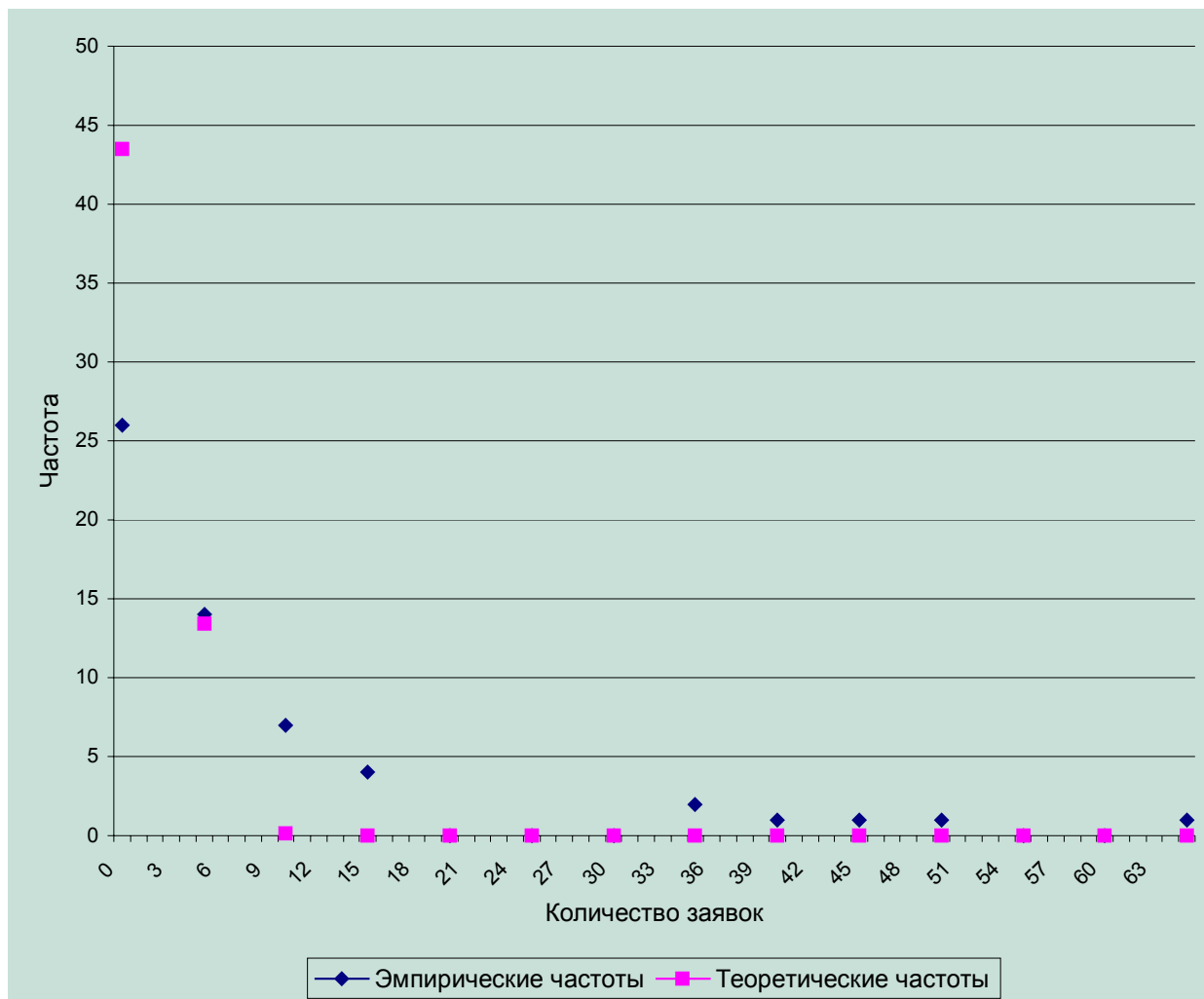


Рис. 3.3. Кривые распределения потока заявок.

При параметре  $\lambda = 3,3$  и минимальном среднеквадратическом отклонении, равном 2,17 (рассчитанным по формуле 2.6), можно говорить о том, что распределение потока поступающих кредитных заявок приближенно к распределению Пуассона.

Если входящий поток требований (заявок) распределяется по закону Пуассона, то время обслуживания требований должно распределяться по показательному закону. Проиллюстрируем этот факт. Напомним, что под временем обслуживания понимается срок пользования кредитными ресурсами. При этом необходимо отметить, что дата выдачи кредита и дата погашения кредита считаются за один день. Сроки пользования кредитными ресурсами представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3.

Время пользования кредитными ресурсами.

№ п/п	Срок, дни	№ п/п	Срок, дни	№ п/п	Срок, дни	№ п/п	Срок, дни
1	15	21	4	41	4	61	1
2	1	22	8	42	15	62	1
3	1	23	4	43	8	63	4
4	8	24	1	44	3	64	1
5	8	25	2	45	6	65	1
6	3	26	1	46	7	66	9
7	3	27	2	47	5	67	1
8	21	28	3	48	24	68	14
9	13	29	3	49	28	69	2
10	2	30	1	50	28	70	7
11	17	31	2	51	3	71	7
12	19	32	1	52	7	72	1
13	2	33	2	53	7	73	1
14	1	34	18	54	5	74	5
15	16	35	17	55	1	75	5
16	8	36	9	56	28	76	14
17	9	37	17	57	12	77	6
18	27	38	13	58	1	78	1
19	16	39	15	59	2	79	5
20	4	40	2	60	1	80	1

Построив график распределения частоты длительности пользования заемными средствами, мы видим, что данное распределение соответствует показательному закону (рис. 3.4)

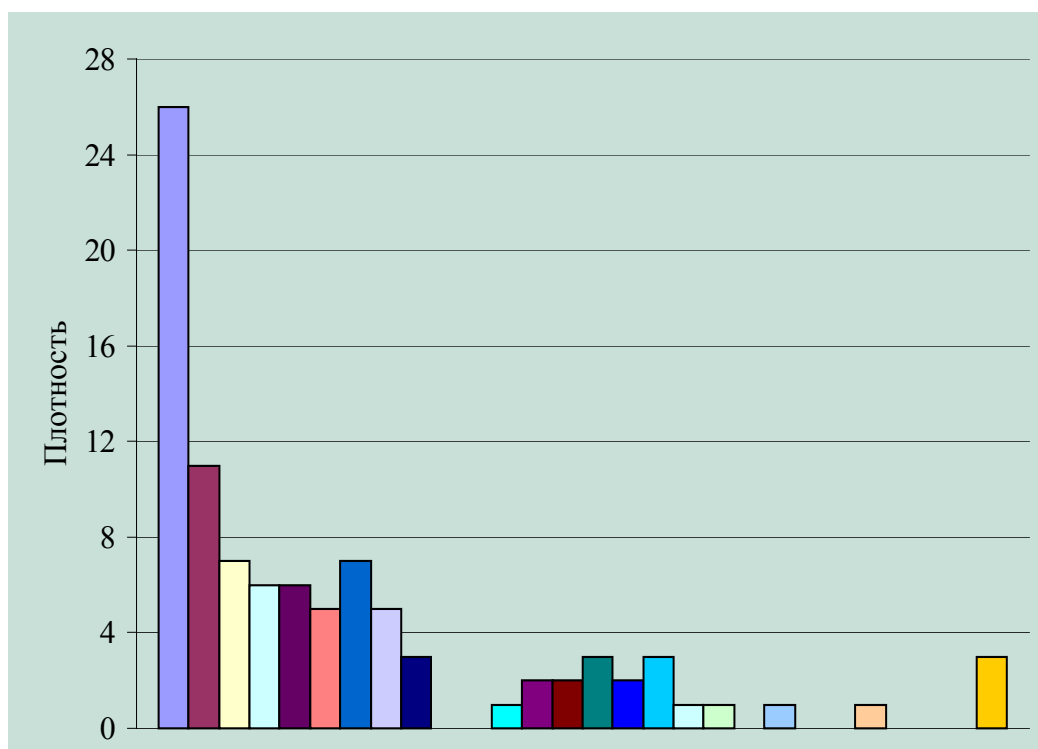


Рис. 3.4. Время пользования кредитными ресурсами (в днях)

**Среднее время обслуживания заявки, т.е. среднее время использования кредитных ресурсов, составляет 6 дней. По формуле 2.7 найдем интенсивность обслуживания  $\mu$ . Она составит 0,17.**

**Результаты проведенного анализа показали, что поток заявок и процесс обслуживания соответствуют допущениям теории массового обслуживания, что позволяет перейти непосредственно к расчету оптимальных параметров системы.**

3.2. Определение оптимальной величины денежных средств, используемых для маржинального кредитования ООО КБ «ЯрБанк», как параметра системы массового обслуживания.

**В течение рассматриваемого периода Банк мог использовать для маржинального кредитования 1 300 000 руб., что в терминах теории массового обслуживания соответствует 130 каналам.**

**Рассмотрим график занятости кредитных каналов в течение анализируемых 5 месяцев работы Банка (Приложение 3). Как видно, число занятых каналов не превышает 100, что говорит о нецелесообразности использования 130 каналов. Т.е. за исходное число каналов обслуживания системы примем величину, равную 100 каналам.**

деятельность Банка по маргинальному кредитованию клиентов на рынке ценных бумаг можно представить в виде системы массового обслуживания с параметрами:

- общее число каналов обслуживания  $n = 100$ ;
- интенсивность потока заявок  $\lambda = 3,3$ ;
- интенсивность потока обслуживаний  $\mu = 0,17$ .

Рассчитав по формулам Эрланга среднее число занятых каналов и вероятность отказа ( формула 2.9 и 2.14 соответственно), получим, что среднее число занятых каналов составило 19, при этом вероятность отказа составляет 9 % . Необходимо заметить, что расчет вероятности отказа по формулам Эрланга предполагает равенство  $n = k$ . Другими словами, если Банк будет иметь лимит для маргинального кредитования в сумме 1 000 000 руб., то он будет ориентироваться на ежедневную потребность клиентов в заемных средствах в сумме 190 000 руб. ( остальные средства по теории массового обслуживания могут быть размещены в некоторые активы, например, в ценные бумаги). При этом 9 % поступающих ежедневно кредитных заявок не будут выполнены.

Если нас не устраивает такой высокий процент отказа, то при неизменном общем количестве каналов обслуживания среднее их число можно увеличить до 27, тогда вероятность отказа составит 2 %. Брокер должен иметь в виду, что среднее число занятых каналов служит лишь ориентиром потребности клиентов в заемных средствах. Т.е. ту часть денежного лимита, которая является «излишней», необходимо размещать в высоколиквидные и быстрореализуемые активы, чтобы иметь возможность удовлетворить потребности клиентов в кредитах сверх расчетной ориентировочной суммы.

При неизменной средней величине занятых каналов обслуживания, равной 27, и вероятности отказа 2 % величину общего числа каналов ( лимита денежных средств для маргинального кредитования) можно снизить до 40 (до 400 000 руб.)

При этом среднее время занятости канала (среднее время пользования кредитом) составляет 6 дней (формула 2.15). Среднее время простоя системы (время не востребоваемости кредитных ресурсов) составляет 0,3 дня ( формула 2.16), т.е. кредитные заявки поступают в Банк ежедневно.

Банк предоставляет фондовые ссуды под 24 % годовых. Так как полученная величина процентов по ссудам не изменяется при снижении каналов со 130 до 40, то можно говорить о

том, что эффективность использования кредитных каналов возрастает с 4,5 % годовых до 15 % годовых.

Расчетная величина каналов обслуживания не является догмой для Брокера. Она лишь служит ориентиром для регулирования Брокером своей ликвидности. Брокер всегда может удовлетворить потребности клиентов в кредитных средствах (при том, что все каналы обслуживания заняты) путем заимствования их у третьих лиц под залог собственных ценных бумаг.

Определение оптимальной величины кредитных ресурсов Брокера в виде ценных бумаг также можно проводить используя теорию массового обслуживания по аналогии с оптимизацией денежных ресурсов. Но эта задача намного сложнее, так как необходимо оптимизировать не только величину кредитных ресурсов, но и их состав. Также в продолжение данной работы можно исследовать альтернативные возможности использования кредитных ресурсов, высвободившихся в результате снижения лимита. Тогда эффективность от использования кредитных ресурсов будет определяться с учетом эффективности вложений высвобожденных кредитных ресурсов. Причем возможно как ее повышение за счет дополнительного дохода от альтернативных вариантов использования данного вида средств, так и ее снижение при росте издержек на обслуживание предложенных альтернативных вложений.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Развитие такого вида услуг на фондовом рынке, как маржинальная торговля принесло с собой не только очевидные преимущества для клиентов и брокерских компаний, но и определенные проблемы. Среди таких проблем, с которыми сталкивается Брокер, на первый план выходит проблема оптимизации ресурсов Брокера, используемых для маржинального кредитования, в частности проблема оптимизации денежных ресурсов Брокера.

Как было ранее сказано, при покупке ценных бумаг инвестор, имея маржинальный счет, должен покрыть своими деньгами лишь определенную часть цены, а недостающую сумму занять у брокерской фирмы.

Если собственный портфель Брокера много больше совокупного клиентского портфеля, то особых проблем с кредитованием клиентов Брокер не испытывает. Но здесь может возникнуть проблема избыточной ликвидности, тем более если большую часть портфеля составляют денежные средства.

Брокерская компания определяет для себя лимиты по денежным средствам и ценным бумагам, используемым в качестве кредитных ресурсов. Возникает вопрос «Какая величина кредитных ресурсов может с одной стороны удовлетворить потребности клиентов в отношении предоставляемых им заемных средств, а с другой – обеспечить доходность и эффективность собственного портфеля». Т.е. другими словами, брокер должен постоянно иметь в наличии такую величину денежных кредитных ресурсов, которая позволит ему удовлетворять потребности клиентов в полном объеме, не «замораживая» лишние суммы на счетах и не снижая тем самым их эффективность.

Под оптимальной величиной денежных ресурсов стоит понимать ту величину, которая будет обеспечивать среднестатистические потребности клиентов в заемных средствах. Это не означает, что Брокер не сможет выдавать особо крупные кредиты, т.к. у него всегда есть возможность занять недостающие ресурсы у третьих лиц под определенную ставку процента.

Наиболее надежным и объективным методом для решения исследуемой проблемы является применение теории массового обслуживания. Разработанная для решения таких проблем как телефонное обслуживание, обслуживание портов и аэропортов, управление запасами, данная теория в последние годы с успехом применяется для решения экономических проблем.

Процесс кредитования Брокером своих клиентов представляет собой процесс, который условно можно разбить на два составляющие:

- процесс оформления кредитной заявки клиентом и выдача кредита;
- процесс использования клиентом заемных средств и погашение кредита.

В целом процесс кредитования можно представить как систему массового обслуживания. Под данной системой обычно понимают совокупность обслуживающих приборов и обслуживаемых требований (заявки, заказы и т.п.) из некоторого входящего потока требований.

При этом поток требований должен обладать свойством ординарности, свойством стационарности и так называемым свойством отсутствия последствия. Также поток требований должен удовлетворять распределению Пуассона с некоторым параметром, который соответствует интенсивности потока. Время обслуживания кредитных заявок должно распределяться по показательному закону.

Если рассматриваемая система удовлетворяет допущениям теории массового обслуживания, то, воспользовавшись формулами Эрланга, можно определить оптимальную величину каналов обслуживания Брокера (оптимальные размер его денежных ресурсов).

Расчетная величина каналов обслуживания не является догмой для Брокера. Она лишь служит ориентиром для регулирования Брокером своей ликвидности. Брокер всегда может удовлетворить потребности клиентов в кредитных средствах (при том, что все каналы обслуживания заняты) путем заимствования их у третьих лиц под залог собственных ценных бумаг.

Проблема оптимизации кредитных ресурсов для Брокера достаточно актуальна, так как в настоящее время в отсутствие четко разработанных методик ее определения расчет данной величины основывается исходя скорее из субъективных представлений специалистов брокерских структур, чем из теоретических основ оптимизации. Поэтому применение теории массового обслуживания может стать одним из вариантов решения данной проблемы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гражданский кодекс Российской Федерации. Части первая и вторая. - М.: "Норма-Инфра-М", 1999г.
2. Федеральный закон «О рынке ценных бумаг» № 39-ФЗ от 22.04.1996 г.
3. Постановление Федеральной комиссии по рынку ценных бумаг №38 «О ведении счетов денежных средств клиентов и учете операций по доверительному управлению брокерами» от 20.10.1997 г.
4. Постановление Федеральной комиссии по рынку ценных бумаг №9 «Правила осуществления брокерской и дилерской деятельности на рынке ценных бумаг Российской Федерации» от 11.10.1999 г.
5. Постановление Федеральной комиссии по рынку ценных бумаг №6 «Правила осуществления брокерской деятельности при совершении некоторых сделок на рынке ценных бумаг» от 23.03.2001 г.
6. Арифджанова А. Маржинальная торговля на российском фондовом рынке.// Рынок ценных бумаг, №19, 2000 г.
7. Арифджанова А. Маржинальная торговля: оптимальный вариант. // Вестник НАУФОР, №12, 2000 г.
8. Баринов Э.А., Хмыз О.В. Рынки: валютные и ценных бумаг. - М.: «Экзамен», 2001 г.
9. Берзон Н.И., Буянова Е.А., Кожевников М.А., Чаленко А.В. Фондовый рынок: Учебное пособие. - М.: «Вита-Пресс», 1999 г.
10. Бороздин П.Ю. Ценные бумаги и фондовый рынок: Учебное пособие. - М.,1994 г.
11. Буренин А.Н. Рынок ценных бумаг и производных финансовых инструментов: Учебное пособие. - М.: Федеративная Книготорговая Компания, 1998 г.
12. Васильев М. Развитие операций кредитования для обслуживания финансовых рынков.// Рынок ценных бумаг, №24, 2001 г.
13. Вентцель. Теория вероятностей. – М.: Высшая школа, 2001 г.
14. Волков К., Анненская Н. Маржинальная торговля – проблемы и возможности» // Рынок ценных бумаг, №2, 2003 г.
15. Готовчиков И.Ф. Как повысить КПД коммерческих банков? // Бизнес и банки, № 24, 2000 г.
16. Готовчиков И.Ф. Оптимизация работы коммерческого банка как управляемой системы массового обслуживания. // Финансы и кредит,
17. Ефимова М.Р., Петрова Е.В., Румянцева В.Н. Общая теория статистики: Учебник. – М.: Инфра-М, 1997 г.



18. Иоффе Д. Проблемы и перспективы развития маржинальной торговли. // Рынок ценных бумаг, №19, 2000 г.
19. Иоффе Д. Рычаг, о котором не знал Архимед. // Вестник НАУФОР, №9, 2000 г.
20. Как работать с ценными бумагами. Опыт США / Сост. Бусыгин В.П., Ивашенцева Е.А., Петренко О.Н., Тесля П.Н., Тесля Т.Н. - Новосибирск: Фирма «ЭКОР», 1992 г.
21. Килячков А.А., Чалдаева Л.А. Рынок ценных бумаг и биржевое дело. - М.: «Юрист», 2000г.
22. Клейнрок Л. Теория массового обслуживания. – М.: «Машиностроение», 1979 г.
23. Колтынюк Б.А. Ценные бумаги: Учебник. - СПб.: Изд-во Михайлова В.А., 2000 г.
24. Котыхов М.П., Шевченко И.В. Построение ликвидной позиции коммерческого банка. // Финансы и кредит, № 23, 2002 г.
25. Кулаков А.Е. Определение суммы недостатка (избытка) ресурсов по модели ликвидности // Финансы и кредит, № 1, 2002 г.
26. Лабскер, Бабешко. Теория массового обслуживания в экономической сфере. – М.: Юнити, 1998 г.
27. Лаврушин О.И. Особенности использования кредита в рыночной экономике.// Банковское дело, №6, 2002 г.
28. Лялин В.А., Воробьев П.В. Ценные бумаги и фондовая биржа. - М.: Информационно-издательский дом «Филинь», 1998 г.
29. Николаев Д. Международная практика осуществления операций кредитования ценными бумагами. // Рынок ценных бумаг, №4, 2003 г.
30. Овчаров Л.А. Прикладные задачи теории массового обслуживания. – М.: «Машиностроение», 1969 г.
31. Охлопков А. Маржевые и залоговые операции как причина эффекта завышенных цен на фондовых рынках. // Рынок ценных бумаг, № .
32. Плешаков А. Маржинальная торговля должна стать «прозрачным» и регулируемым механизмом. // Вестник НАУФОР, №9, 2000 г.
33. Плешаков А. Проблемы и перспективы маржинальной торговли на российском рынке ценных бумаг. // Рынок ценных бумаг, №22, 2000 г.
34. Саати Т.Л. Элементы теории массового обслуживания и ее приложения. – М.: Изд-во «Советское радио», 1965 г.
35. Семенкова Е.В. Операции с ценными бумагами: российская практика: Учебник. - М.: Изд-во «Перспектива», 1997 г.
36. Цапаев Д. Технология маржинальной торговли. // Рынок ценных бумаг, №19, 2001 г.

37. Ценные бумаги: Учебник / Под ред. Колесникова В.И., Торкановского В.С. - М.: «Финансы и статистика», 1999 г.
38. Чернов В.П., Ивановский В.Б. Математика для экономистов в 6-ти томах. Том 6. Теория массового обслуживания. – М.: Инфра-М, 2000 г.
39. Четыркин Е.М.. Теория массового обслуживания и ее применение в экономике. – М.: Статистика, 1971 г.
40. Шарп У., Александер Г., Бэйли Дж. Инвестиции: Пер. с англ.-М.: «ИНФРА-М», 1999 г.
41. Шелехов А.Ю. Оптимизация ликвидности по критерию «стоимость бизнеса» // Банковское дело, №1, 2003 г.
42. Шешеловский М., Захаров А. Система управления рисками при маржинальных операциях на фондовом рынке. // Рынок ценных бумаг, №2, 2001 г.



