

УДК 303.732.4

## Об эффективном виде функции качества во взаимоотношениях заказчика и поставщика продукции военного назначения

Касаткин Ф. Ю.

**Постановка проблемы:** Традиционное ценообразование затратным методом при поставках продукции военного назначения не создает экономических предпосылок для поставщика повышать качество поставляемой продукции (в том числе работ, услуг). Одним из эффективных путей решения данной проблемы является использование новой ценностной концепции продукции военного назначения. В настоящей работе показано, как научно обоснованный подход к управлению качеством позволяет в рамках ценностной концепции обеспечить требуемое качество и стоимость предоставляемых услуг военного назначения для заказчика за счет экономической заинтересованности поставщика. **Методы:** математического моделирования зависимости прибыли поставщика услуги от качества услуги; определения и оптимизации функций качества и полезности услуги. **Результаты:** на базе выбранного метода построена модель хозяйственных взаимоотношений заказчика и поставщика услуг военного назначения и методика определения ценности получаемой заказчиком услуги. Гипотеза исследования заключалась в том, что введение понятия функции качества получаемой услуги и эффективный выбор ее вида экономически стимулирует поставщика предоставлять услугу с квазиоптимальным качеством и стоимостью. Выбранная по итогам моделирования функция качества обеспечивает ценность услуги на 21% больше, чем лучшая из рассмотренных альтернатив. Предлагаемая методика демонстрирует хорошую устойчивость результатов к изменению априорно неизвестных параметров модели. Таким образом, разработанная методика обеспечивает заказчику за счет экономической заинтересованности поставщика получать услугу военного назначения с квазиоптимальным качеством и ценностью. **Практическая значимость:** результаты исследования могут быть использованы как при закупке продукции военного назначения, так и для решения широкого круга других прикладных задач в гражданской сфере, которые могут быть сведены к решаемым в исследовании задачам. Они позволяют существенно повысить ценность получаемых заказчиком товаров, работ, услуг за счет экономической заинтересованности поставщика.

**Ключевые слова:** услуги военного назначения; ценностная концепция; качество услуг; функция качества; функция стоимости; функция затрат; прибыль; экономия; обобщающая функция; функция ценности услуги.

### Введение

В современной практике поставок продукции военного назначения (ПВН) ценообразование на ПВН является предметом государственного регулирования в рамках действующих нормативно-правовых актов. При этом ведущие ученые в области военной экономики отмечают неполное соответствие данных механизмов регулирования актуальным требованиям сегодняшнего дня. В частности, данный вопрос остро стоит при заказах научно-исследовательских и опыт-

#### Библиографическая ссылка на статью:

Касаткин Ф. Ю. Об эффективном виде функции качества во взаимоотношениях заказчика и поставщика продукции военного назначения // Системы управления, связи и безопасности. 2025. № 3. С. 232-268. DOI: 10.24412/2410-9916-2025-3-232-268

#### Reference for citation:

Kasatkin F. Yu. On the effective form of quality function in the relationship between the customer and the supplier of military products. *Systems of Control, Communication and Security*, 2025, no. 3, pp. 232-268 (in Russian). DOI: 10.24412/2410-9916-2025-3-232-268

но-конструкторских работ, направленных на решение сложных научно-технических проблем. Также не вполне сбалансировано нормативное регулирование и возможности применения эффективных экономических инструментов ценообразования при закупках продукции двойного назначения и соответствующих услуг. Стандартный метод ценообразования от затрат не стимулирует поставщика предпринимать по собственной инициативе мероприятия, направленные на повышение качества поставляемой ПВН, а заказчик лишается возможности управлять качеством получаемых товаров (работ, услуг) военного назначения.

Частным случаем закупки ПВН является закупка услуг военного назначения. Под услугами здесь понимается обобщающее определение из работы [1]: «... деятельность взаимодействия субъектов потребителя и исполнителя, результат которой направлен на удовлетворение определенных нужд потребителя». Принципиальное отличие услуги в данной трактовке от поставки товаров (продукции) и выполнения работ указано в работе [2]: «... Услуга не создает потребительной стоимости в натурально-вещественной форме, а оказывает полезный эффект, который не существует как отличная от этого процесса вещь. Услуга – это специфический продукт труда, который в основном неосязаем и не приводит к овладению чем-либо, а стоимость его заключается в полезном эффекте труда».

Пример широко распространенных услуг – услуги связи. Заказчик (абонент) закупает у поставщиков (операторов связи) услуги фиксированной и сотовой связи, доступа в сеть Интернет, организации выделенных каналов передачи данных и многие другие. Эти услуги сами по себе не имеют физического воплощения и непосредственного материального результата их оказания, служа для удовлетворения потребности заказчика в информационном обмене с иными субъектами обмена (двусторонняя коммуникация – например, телефонная связь) и объектами обмена (односторонняя коммуникация – например, поиск и загрузка нужной информации из сети Интернет).

Более специфичным примером услуги военного назначения является услуга центра обработки вызовов (ЦОВ) для справочной службы Министерства обороны РФ по вопросам специальной военной операции «117» [3]. В каждом субъекте РФ организуется собственная справочная служба «117». Заказчик (например, профильный исполнительный орган государственной власти субъекта РФ) может принять решение о нецелесообразности организации собственного ЦОВ службы «117» и организовать закупку соответствующей услуги обработки входящих вызовов у профильной организации, имеющей собственный ЦОВ. При этом заказчик формирует перечень возможных вопросов граждан, звонящих в ЦОВ службы «117» с ответами на них (так называемые скрипты), а также порядок ответа на вопросы граждан, отсутствующие в скриптах. Результатом оказания услуги являются принятые вызовы граждан с ответами на их вопросы. Данный результат в соответствии с работой [2] не имеет натуральной (вещественной) формы, так как операторы ЦОВ не создают материальных продуктов. Полезный эффект их труда – удовлетворение потребности позвонивших в службу «117» граждан в нужной им предметной информации.

Спецификой данного вида хозяйственных взаимоотношений заказчика и поставщика является поставка услуг по договору с продолжительностью от трех месяцев до трех лет с непрерывной поставкой услуг поставщиком (исполнителем) и приемкой заказчиком результатов оказания услуг с заданной регулярностью. В настоящей работе рассматривается поставка услуг, которые не могут в силу своей специфики приниматься поштучно непосредственно после оказания каждой единицы услуги (выполнения единицы работы), а принимаются заказчиком периодически по окончании каждого определенного заказчиком и поставщиком (исполнителем) расчетного периода. Продолжая описанный выше пример, заказчик услуги ЦОВ для службы «117» ежемесячно подводит итоги оказания услуги поставщиком за истекший календарный месяц, оценивая качество предоставления услуги по одному или нескольким параметрам, зафиксированным в договоре между заказчиком и поставщиком.

В работах ведущих военных теоретиков по управлению качеством и ценообразованием при поставках ПВН указывается целесообразность перехода от нормативного ценообразования к новой концепции ценообразования ПВН (в том числе услуг), которая в работах [15, 16] называется «Ценностная концепция» и базируется [16] на зависимости цены ПВН и составляющей ее прибыли от качества продукции и экономии бюджетных средств. При этом данная концепция в имеющейся военно-научной литературе формулируется для общего случая и не содержит конкретной методики практического применения.

Данная работа в развитие указанной выше «Ценностной концепции ценообразования ПВН» [15, 16] посвящена возможности повышения ценности получаемых заказчиком от поставщика услуг военного назначения с одновременной экономией средств заказчика за счет экономической заинтересованности поставщика. Инструментом создания данной экономической заинтересованности служит зависимость между качеством и ценой услуги, создаваемая предлагаемой автором функцией качества.

Материал работы декомпозирован на следующие подразделы:

1. Общая характеристика работы.
  - 1.1. Объект, предмет и метод исследования.
  - 1.2. Цель, задачи, гипотеза исследования.
  - 1.3. Границы исследования.
2. Модель объекта исследования.
  - 2.1. Экономическая основа взаимоотношений заказчика и поставщика.
  - 2.2. Компоненты модели.
  - 2.3. Модели поставщика: строго рациональный и ограниченно рациональный поставщик.
3. Методика решения задач исследования.
  - 3.1. Выбор оценки качества.
  - 3.2. Гипотеза о виде функции затрат.
  - 3.3. Выбор вида функции качества.
  - 3.4. Функция прибыли поставщика.
4. Результаты моделирования.
  - 4.1. Графический анализ вида функции прибыли поставщика.

- 4.2. Выбор вида функции ценности.
- 4.3. Результаты для модели строго рационального поставщика.
- 4.4. Результаты для модели ограниченно рационального поставщика.
- 4.5. Проверка устойчивости результатов.
- 4.6. Оценка эффективности решения задач исследования.
5. Итоговые выводы и новизна модели.

## **1. Общая характеристика работы**

### **1.1. Объект, предмет и модель исследования**

Объект исследования: качество и ценность для заказчика оказанной поставщиком услуги.

Предмет исследования: влияние вида функции качества заказчика на ожидаемые значения оценки качества и ценности услуги поставщика.

Различные аспекты ценообразования при поставке ПВН, особенностей формирования контрактной цены при закупках ПВН, применения научных методов моделирования и планирования в части ПВН, материально–технического обеспечения и пр., раскрыты в работах [4–6]. Вопросы управления качеством при производстве ПВН (применительно к системе управления качеством на производственных предприятиях, выпускающих ПВН) раскрыты в работах [7, 8]. Новый подход к ценообразованию ПВН сформулирован в работах ведущих ученых в области военной экономики Г.А. Лавринова, А.Г. Подольского, Е.Ю. Хрусталева [9–16]. В частности, в [15, 16] раскрыта новая – ценностная – концепция ценообразования ПВН.

В общетеоретической части: понятие услуги и характеристики услуг представлены в работах [1, 2, 37]. Используемые в настоящей статье научные методы теории управления качеством представлены в работах [17–21, 35]. В работах [17, 21, 22] приведены примеры зависимостей затрат на качество и потерь от ухудшения качества для различных сфер хозяйственной деятельности. Микроэкономическая теория кардинальной полезности раскрыта в работах [23–25]. Теория принятия решений, теория оценивания, теория важности критериев, понятия функции ценности, обобщающей функции раскрыты в работах [26–29, 31, 32].

В данной работе предпринимается попытка применения известных научных методов, сформулированных для решения хозяйственных задач общего назначения, для эффективного разрешения задач исследования в рамках ценностной концепции ценообразования ПВН Г.А. Лавринова и А.Г. Подольского [15, 16].

Встречное влияние на качество таких факторов, как себестоимость мер по повышению качества и потерь из-за ухудшения качества, исследуется в отечественной теории управления качеством. В работе [18] вводится метод под названием «Экономическая эффективность управления качеством», в свою очередь развивающий метод, предложенный в работе [35].

В настоящей работе под качеством услуг понимается определение из работы [37]: «...Качество услуги представляет собой возможность заложенных в

нее потребительских свойств удовлетворять потребности или ожидания потребителей на уровне не ниже, обеспечивающего безопасность потребления».

Стандартным способом мотивации поставщика продукции (товаров, работ, услуг) к повышению качества продукции является штраф за фактическое качество продукции ниже желаемого (требуемого) заказчиком. При этом эффект от штрафа будет в значительной степени зависеть от вида функциональной зависимости между суммой штрафа и величиной отклонения фактического качества продукции от максимального уровня, определяемого заказчиком. Тот или иной выбор указанной функциональной зависимости может создать для поставщика экономическую заинтересованность предоставления услуг с различным значением оценки качества, принадлежащим интервалу от минимального до максимального значения. При этом ожидаемые значения качества и ценности поставляемой услуги (для детерминированного случая) либо их математические ожидания (для стохастического случая) будут взаимно-однозначно связаны с видом функции качества. Соответственно, в данной работе качество услуги для заказчика взаимно-однозначно определяется численным значением оценки качества. Для случая, когда рост значения оценки качества означает рост качества (положительно ориентированная оценка), термины «качество»; «уровень качества»; «численная оценка качества» и для заказчика, и для поставщика синонимичны.

В работе [18] показывается графически, как достигается экономически обоснованный уровень качества. В данном методе для каждой конкретной оценки качества это либо максимальная прибыль поставщика (определяемая как разность между функцией стоимости услуги и функцией цены, которую платит заказчик) либо максимальное отношение между ценой услуги с заданной оценкой качества и ее себестоимостью для поставщика – см. рис. 1 из работы [18]. На данном рисунке:  $K$  – численная оценка качества услуги;  $Z(K)$  – функция затрат (себестоимость услуги для поставщика);  $P(K)$  – функция стоимости (цена услуги, которую платит заказчик);  $\Delta Z(K)$  – прибыль поставщика.

В моделях заказчика и поставщика, рассматриваемых в настоящей работе, заказчик и поставщик имеют различную информированность о затратах и потерях и, соответственно, разные возможности влияния на каждую из кривых: затрат и стоимости. Функция затрат, т.е. численная зависимость между конкретными значениями качества продукции и расходами на обеспечение данного уровня качества (себестоимость услуги как функция качества), достоверно известна поставщику. Заказчик не владеет полной информацией о виде и параметрах данной функции.

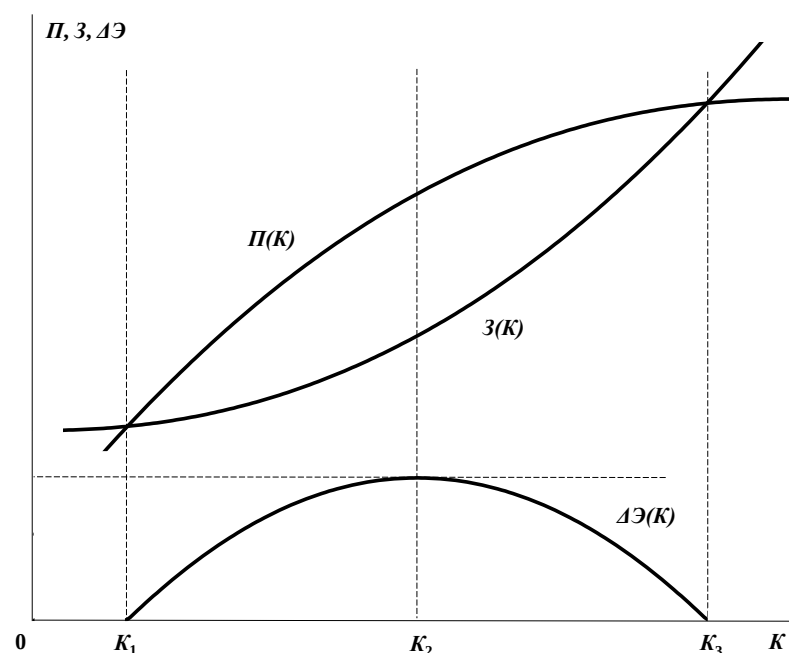


Рис 1. Экономически обоснованный уровень качества

В свою очередь, заказчик, готовя закупочную процедуру на требуемую услугу, может самостоятельно выбрать конкретный вид функции стоимости для всех промежуточных значений оценки качества между минимальным и максимальным, исходя из собственных соображений о взаимосвязи функции стоимости и ожидаемого от поставщика качества услуги. При этом минимальным значением оценки качества является по определению из [37] уровень качества не ниже, обеспечивающего безопасность (в широком смысле) потребления. Максимальным значением оценки качества является максимально возможное значение численной оценки качества, определяемое ее физической природой. Соответственно, поставщик услуги обладает полной информацией как о функции затрат, так и о функции стоимости.

## 1.2. Цель, задачи, гипотеза исследования

В настоящей работе рассматривается определение заказчиком функции стоимости услуги через расчет функции качества, аргументом которой является численная оценка качества поставленной услуги, равно известная заказчику и поставщику. В литературе по управлению качеством понятие функции качества не определяется. Вместе с тем, введение данного понятия и научно обоснованный выбор вида функции качества, как будет показано ниже, позволит заказчику при прочих равных условиях получить чисто экономическими методами квазиоптимальное значение ценности услуги.

Цель исследования: увеличение ценности предоставляемых поставщиком услуг при прочих равных условиях за счет рационального выбора формы функции качества: выпуклая вверх; линейная; выпуклая вниз.

Задачи исследования:

- 1) построение модели предоставления и оценки качества услуги;

- 2) выбор вида функции затрат;
- 3) выбор вида функции качества;
- 4) выбор вида обобщающей оценки (функции ценности);
- 5) анализ влияния вида функции качества на ценность услуги;
- 6) проверка устойчивости модели при различных видах функции затрат.

Гипотеза исследования: для указанных выше в подразделе 1.1 объекта и предмета исследования и в рамках описанных ниже в подразделе 1.3 границ исследования выбор линейной функции качества для определения связи между ценой и качеством закупаемой услуги обеспечивает заказчику получение услуги с ценностью, выше, чем при ином виде функции качества, а также устойчивость ценности получаемой услуги при различных видах функции затрат.

### 1.3. Границы исследования

В работе рассматривается следующая схема взаимоотношений заказчика и поставщика, закрепленная договором между ними на поставку услуги и техническим заданием к нему:

1. Заказчик самостоятельно формирует требования к необходимой услуге, включающие в себя одномерную численную оценку качества услуги, измеримую объективно (техническими средствами), а также границы диапазона данной оценки – минимально приемлемое и максимально возможное качество.
2. Услуга рыночная, то есть может быть предоставлена более чем одним поставщиком. Перед подготовкой проекта договора заказчик производит мониторинг рынка данной услуги и по итогам мониторинга получает среднерыночные значения стоимости единицы услуги с минимально приемлемым и максимально возможным качеством.
3. Заказчик заключает с поставщиком договор на оказание услуг на период от нескольких месяцев до нескольких лет. В договоре определен расчетный период (например, календарный месяц). По итогам расчетного периода заказчик производит приемку оказанных исполнителем услуг и определяет их качество.
4. Услуги по договору состоят из одного или нескольких видов, к которым условия договора относятся в равной мере. Поэтому в дальнейшем, не нарушая общности, рассматривается оказание, приемка и оплата одного вида услуги.
5. Услуга квантуется на однородные единицы услуги. Договором определена единичная расценка – цена единицы услуги. Начальная (до применения штрафных санкций) стоимость оказанной услуги определяется как произведение количества единиц предоставленной услуги на единичную расценку.
6. Характер услуги не дает возможности поставщику повысить качество уже оказанной услуги после факта оказания.
7. Суммарный объем предоставляемой поставщиком услуги во все отчетные периоды в течение срока действия договора меняется в преде-

лах, в которых для поставщика зависимость себестоимости единицы услуги от ее качества можно считать постоянной без поправок на инфляцию и иные возмущающие факторы.

8. Условия договора между заказчиком и поставщиком неизменны в течение срока его действия.
9. Расходы заказчика и поставщика на определение значения оценки качества услуги считаются незначительными относительно себестоимости услуги и не учитываются в модели.
10. Заказчик получает услугу только от одного поставщика. Поставщик либо предоставляет услугу только заказчику, либо управляет качеством услуги для заказчика независимо от услуг, предоставляемых иным потребителям.
11. Рассматриваются три модели поставщика услуги: строго рациональный, ограниченно рациональный и нерациональный поставщик.

Конкретным примером практической реализации указанной схемы при закупках услуг военного назначения может служить описанная во введении услуга ЦОВ «117». Заказчик желает получать данную услугу у специализированной организации – оператора ЦОВ. С этой целью заказчик:

- 1) самостоятельно определяет параметры желаемой услуги, требуемые потенциальным исполнителям для формирования стоимости единицы услуги (расчетная нагрузка на ЦОВ, ожидаемая продолжительность разговоров с операторами и пр.);
- 2) определяет, что будет являться единицей услуги и численной оценкой ее качества. Рыночным стандартом единицы услуги ЦОВ является одна минута обработанного ЦОВ вызова – т.е. одна минута разговора оператора ЦОВ с абонентом. Одной из распространенных численных оценок качества услуг ЦОВ является доля принятых операторами ЦОВ вызовов от всех поступивших вызовов [36];
- 3) определяет минимально приемлемую (например, 75% для указанной в п. 2) оценки) и максимально возможную (100%) оценку качества услуги за расчетный период (стандартно – календарный месяц);
- 4) путем мониторинга рынка услуг ЦОВ определяет стоимость единицы услуги с минимально приемлемой и максимально возможной оценкой качества;
- 5) самостоятельно определяет зависимость стоимости услуги от оценки качества (т.е. функцию стоимости услуги);
- 6) выбирает поставщика услуги путем организации закупочной процедуры. Условия предоставления, оценки качества и оплаты услуги согласно вышеприведенным пунктам, указываются в условиях договора и технического задания к нему.

## 2. Модель объекта исследования

### 2.1. Экономическая основа взаимоотношений заказчика и поставщика

Указанные в подразделе 1.3 границы исследования, вполне отвечающие реальной практике предоставления услуги со сроком действия договора от трех месяцев до трех лет, позволяют в дальнейшем моделировании уйти от абсолютных величин, относящихся к суммарному объему услуги (себестоимость, стоимость услуг к оплате, штрафные санкции за качество услуги ниже максимального) и отнести все стоимостные величины на единицу услуги. Данный метод аналогичен применяемому в гражданской сфере методу транзакционной юнит-экономики [30].

### 2.2. Компоненты модели

Сводка компонент модели приведена в таблице 1. Развернутое описание отдельных компонент приводится ниже.

Таблица 1 – Сводка компонент модели

| Компонента | Описание                                         | Отношение заказчика                                                                                                                                                                                                                   | Отношение поставщика                                                                                                                                    | Дополнительная информация                                                                                          |
|------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $y$        | Оценка качества, определенная на численной шкале | Заказчик самостоятельно выбирает оценку до заключения договора с поставщиком и выбирает диапазон допустимых значений $y$ , ограниченный минимально приемлемой оценкой $y_{\min}$ и максимально возможной/требуемой оценкой $y_{\max}$ | Оценка измеряется равнодоступными заказчику и поставщику средствами измерений, равно известна заказчику и поставщику, не требует расходов на оценивание | $y \in [y_{\min}; y_{\max}]$                                                                                       |
| $q(y)$     | Функция качества                                 | Заказчик самостоятельно выбирает функциональную зависимость $q(y)$ до заключения договора с поставщиком                                                                                                                               | Не является предметом договора                                                                                                                          | $q(y) \in [0; 1]$<br>Монотонно возрастает (для положительно ориентированной $y$ )                                  |
| $c_{\max}$ | Максимальная стоимость единицы услуги            | Известна обеим сторонам из условий договора                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                         | Цена единицы услуги с максимальным качеством. Нормирована к единичной расценке из договора:<br>$c_{\max} \equiv 1$ |
| $c_{\min}$ | Минимальная стоимость единицы услуги             | Известна обеим сторонам из условий договора                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                         | Цена единицы услуги с минимальным качеством. Нормирована к единичной расценке из договора:<br>$0 < c_{\min} < 1$   |

| Компонента | Описание                                                                                                 | Отношение заказчика                                                                                                                                                                                | Отношение поставщика                                                                                    | Дополнительная информация                                                                                                                        |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $b$        | Отношение минимальной и максимальной стоимости единицы услуги                                            | Известно обеим сторонам из условий договора                                                                                                                                                        |                                                                                                         | $b = c_{min} / c_{max}$                                                                                                                          |
| $c(y)$     | Функция стоимости – цена единицы услуги с оценкой качества $y$ , которую заказчик платит поставщику      | Известна обеим сторонам из условий договора                                                                                                                                                        |                                                                                                         | Нормирована к единичной расценке из договора:<br>$c_{min} \leq c(y) \leq c_{max} \equiv 1$                                                       |
| $s(y)$     | Функция затрат – себестоимость для поставщика на единицу услуги с заданным значением оценки качества $y$ | Достоверно неизвестна заказчику, может предполагаться гипотетически исходя из собственного знания рынка закупаемой услуги                                                                          | Функциональная зависимость $s(y)$ достоверно известна поставщику. Монотонно возрастающая функция от $y$ | Нормирована к $c_{max}$ :<br>$s(y) \in [b(1 - d); (1 - d)]$                                                                                      |
| $d$        | Норма прибыли поставщика                                                                                 | Достоверно неизвестна заказчику, может предполагаться гипотетически исходя из собственного знания рынка закупаемой услуги                                                                          | Достоверно известна поставщику                                                                          | Одинакова при $y = y_{min}$ и $y = y_{max}$                                                                                                      |
| $p(y)$     | Прибыль поставщика на единицу услуги с заданным значением оценки качества $y$                            | Достоверно неизвестна заказчику, может предполагаться гипотетически исходя из собственного знания рынка закупаемой услуги                                                                          | Функциональная зависимость $p(y)$ достоверно известна поставщику                                        | $p(y) = c(y) - s(y)$<br>Нормирована к $c_{max}$                                                                                                  |
| $e(y)$     | Экономия заказчика на стоимости единицы услуги с численной оценкой качества ниже максимальной            | Известна обеим сторонам из условий договора                                                                                                                                                        |                                                                                                         | Нормирована к диапазону значений $[0; 1]$ :<br>$e(y) = (1 - c(y)) / (1 - b)$                                                                     |
| $m$        | Численная оценка сложности $q(y)$                                                                        | Используется заказчиком для собственной оценки сложности функциональной зависимости $q(y)$ с точки зрения простоты/затруднительности восприятия условий договора лицами без базовых знаний алгебры | Не является предметом договора                                                                          | Оценка принимает два значения: 0,5 и 1. Значению 1 соответствует линейная зависимость $q(y)$ от $y$ ; значению 0,5 – любая другая функция $q(y)$ |

| Компонента | Описание                                     | Отношение заказчика                                        | Отношение поставщика           | Дополнительная информация                                                                                                                                                     |
|------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $v(y)$     | Обобщающая функция – функция ценности услуги | Дает заказчику численную оценку ценности полученной услуги | Не является предметом договора | Агрегирует нормированную численную оценку у качества получаемой заказчиком услуги, нормированную экономию заказчика на стоимости единицы услуги $e(y)$ и оценку сложности $t$ |

При подготовке к заключению договора на оказание услуги заказчик первоначально выбирает некую объективно измеримую физическую величину, непосредственно характеризующую для него качество услуги, определенное согласно [37], а именно – численную оценку качества  $y$ . Как указано в [26, 27],  $y$  может быть как положительно ориентированной (рост  $y$  означает рост качества услуги), так и отрицательно ориентированной (рост  $y$  означает снижение качества услуги). Для отрицательно ориентированного  $y$  нижней границе качества соответствует  $y_{max}$ , а верхней границе качества соответствует  $y_{min}$ .

Исходя из проанализированной практики в соответствующей предметной области, а также собственных представлений заказчика о требуемом ему качестве услуги, определяется пороговое значение оценки качества услуги  $y_{min}$  (для положительно ориентированной оценки), минимально приемлемое для заказчика. В работе [27] данное значение обозначается как нижняя граница разрешенной заказчиком зоны качества. При этом  $y_{min}$  в общем случае не является минимально возможным значением  $y$  исходя из физической природы оценки, а означает для заказчика порог, ниже которого качество услуги становится неприемлемым и требует корректирующих действий в отношении поставщика вплоть до расторжения договора. Согласно определению из работы [37], оценка качества ниже  $y_{min}$  нарушает безопасность потребления услуги. Безопасность потребления здесь понимается в широком смысле – в том числе, исходя из рисков экономического, организационного или политического характера, возникающих при  $y < y_{min}$ .

Проводя аналогии с гражданской сферой, в работах автора [31, 32] показан подход к выбору  $y_{i\ min}$ ;  $i \in (1, \dots, 4)$  для частных оценок  $y_i$  качества обработки вызовов ЦОВ. Например, для одной из частных оценок качества (доля вызовов, обработанных ЦОВ, относительно общего количества поступивших в ЦОВ вызовов) в указанной работе было обосновано значение  $y_{min} = 0,75$ .

Также, заказчик явно или неявно определяет максимально возможное значение  $y_{max}$ , которое либо является физическим пределом для «идеальной» услуги (соответствует 100% качества), либо определяет достаточную для заказчика верхнюю границу качества исходя из очевидной монотонно возрастающей зависимости себестоимости от качества для любых услуг, в том числе и воен-

ного назначения. Например, для услуги ЦОВ в качестве численной оценки качества можно выбрать среднюю продолжительность разговора оператора ЦОВ с абонентом. При поминутной тарификации услуги ЦОВ данная численная оценка отрицательно ориентирована: чем короче средняя продолжительность разговора, тем меньше расходы заказчика на обработку одного вызова. Вместе с тем, очевидно, что физический нижний предел продолжительности разговора, равный 0, не может быть значением  $y_{max}$ , так как означает отсутствие разговора как такового. Для такой численной оценки значение  $y_{max}$  определяется эмпирически (например, для квалифицированного оператора ЦОВ и типового вопроса абонента, ответ на который полностью описан скриптом,  $y_{max} \approx 1$  мин).

В дальнейшем изложении для удобства перейдем к нормированной положительно ориентированной оценке качества [26, 27]:  $y_{min} = 0$ ;  $y_{max} = 1$ . Для такого определения  $y$ , как указывалось выше, качество услуги и численная оценка качества синонимичны. Очевидно, что от произвольной численной оценки  $z$  с заданными значениями  $z_{min}$  и  $z_{max}$  переход к  $y$  производится линейным преобразованием:

$$y = (z - z_{min}) / (z_{max} - z_{min})$$

для положительно ориентированной  $y$ , и

$$y = (z_{max} - z) / (z_{max} - z_{min})$$

для отрицательно ориентированной  $y$ .

Далее заказчик определяет неубывающую функцию качества  $q(y) \in [0; 1]$ . Определив  $q(y)$ , заказчик должен определить с ее помощью функцию стоимости  $c(y) \in [b; 1]$ .

С учетом указанного в таблице 1 диапазона значений, так как  $c(y)$  должна монотонно возрастать по  $y$ , далее без ограничения общности  $c(y)$  определяется как линейное преобразование  $q(y)$ :

$$c(y) = b + (1 - b) q(y).$$

В данном случае, очевидно, экономия заказчика  $e(y)$ , нормированная к диапазону значений  $[0; 1]$ , (см. определение в таблице 1) находится максимально просто:

$$e(y) = 1 - q(y).$$

Как указывалось выше, на практике возможны случаи, когда измеренная оценка качества  $y < y_{min}$ . В этом случае качество оказанной услуги находится в запрещенной зоне [27] или, согласно [37], создает угрозу для безопасности (в широком смысле) потребления услуги. Заказчик предусматривает и указывает в договоре свои действия в данном случае. Они могут быть различными и зависеть от рыночной специфики в сфере предоставления конкретной услуги, а также действующего законодательства в области государственных закупок вообще и закупок ПВН в частности. Например: расторжение договора; скачкообразное снижение  $c(y) \ll c_{min}$ ; дополнительные штрафные санкции и пр. Данные действия лежат в плоскости управленческих и правовых решений применительно к специфике конкретной услуги и выходят за пределы рассмотрения настоящей работы. Далее рассматривается только случай  $y \in [y_{min}; y_{max}]$ .

Кроме численной оценки качества, заказчик также принимает во внимание заплаченную за услугу цену. Количественной мерой удовлетворенности за-

казчика стоимостью услуги служит экономия на стоимости услуги  $e(y)$ . При этом так же, как и для численной оценки качества, заказчик равно не заинтересован как в максимальной, так и в минимальной экономии. Очевидно, что максимальной экономии отвечает минимальное качество – что не устраивает заказчика по определению. Минимальной экономии отвечает качество, близкое к максимально возможному – что вызывает избыточные расходы для заказчика. Поэтому реальной целью для численного значения экономии является диапазон экономии, соответствующий реальной цели для численной оценки качества.

Для рассмотренного выше примера закупки услуг ЦОВ для службы «117» это означает следующее. Заказчик будет вполне удовлетворен средней по периоду действия договора оценкой качества (доля вызовов, принятых ЦОВ, относительно общего количества поступивших в ЦОВ вызовов) в диапазоне  $[0,85; 0,9]$ . В случае непредвиденных изменений внешних обстоятельств (например, объявление частичной мобилизации или изменение порядка несения службы по контракту) нагрузка на ЦОВ службы «117» на некоторое время (1–2 отчетных периода) резко возрастет, и задачей поставщика будет обеспечивать качество, хотя бы не меньшее  $y_{min} = 0,75$ . Однако, значение  $y_{min}$  неприемлемо для заказчика как постоянное. То же относится и к значению  $y_{max}$ . Заказчик готов к временному (краткосрочная стабилизация информационного поля, минимизирующая обращения в службу «117») повышению качества до  $y_{max}$ . Однако, аналогично  $y_{min}$ , значение  $y_{max}$  неприемлемо для заказчика как постоянное из-за слишком высоких расходов.

Третьей составляющей ценности услуги для заказчика является выбранный им вид функции  $q(y)$ . Так как в общем случае лица, принимающие решения (ЛПР) заказчика и поставщика могут не обладать базовыми знаниями алгебры, любой вид  $q(y)$  сложнее, чем простая линейная зависимость, может вызывать определенные затруднения у данных ЛПР в восприятии условий договора как при его подготовке (на стороне заказчика), так и при его заключении и исполнении (на стороне поставщика), что породит нематериальные, но, тем не менее, значимые для заказчика ресурсные издержки. Оценку сложности  $m$  заказчик определяет на численной шкале с двумя значениями: 1 (простая линейная зависимость) и 0,5 (иной вид  $q(y)$ ). Данные значения выбраны экспертным методом (см. таблицу 1).

Обобщая вышесказанное, заказчик стремится к максимизации ценности получаемой услуги, определяемой через обобщающую функцию ценности трех переменных: оценки качества; экономии на стоимости единицы услуги при достигнутой оценке качества; оценке простоты функции качества. При этом функция ценности должна монотонно возрастать по всем переменным.

### 2.3. Модели рациональности поставщика

В общем случае заказчик не обладает достоверным априорным знанием о природе принятия хозяйственных решений поставщиком и его возможностях по управлению качеством поставляемой услуги. Поэтому в настоящей работе рассматриваются две модели поставщика, который стремится обеспечивать вы-

годное ему качество услуги: строго рациональный и ограниченно рациональный поставщик.

Строго рациональный поставщик, зная функцию качества заказчика  $q(y)$  и, соответственно, функцию стоимости  $c(y)$ , выбирает конкретное значение качества услуги с значением оценки  $y_p$ , которое, в соответствии с применяемым в настоящей работе методом «Экономическая эффективность управления качеством» [18], максимизирует  $p(y)$ : существует значение  $y_p \in [0; 1]$ , такое, что

$$p(y_p) = \max p(y). \quad (1)$$

Случай строго рационального поставщика на практике часто является идеализацией, поскольку реальный поставщик может испытывать влияние различных возмущающих факторов, не позволяющих строго выдерживать выбранный уровень качества. Для учета указанного случая также рассматривается модель ограниченно рационального поставщика. Ограниченно рациональный поставщик стремится так же, как и строго рациональный поставщик, максимизировать свою прибыль согласно (1):  $y \rightarrow y_p$ . Однако, в силу влияния возмущающих факторов, ограниченно рациональный поставщик поставяет услугу с оценкой качества  $Y \in [0; 1]$  – случайной величиной, плотность распределения  $f(y)$  которой пропорциональна прибыли  $p(y)$  для тех значений  $y$ , для которых  $p(y) > 0$ . Если существуют такие значения (диапазоны значений)  $y$ , для которых  $p(y) \leq 0$ , для них  $f(y) \equiv 0$ . При этом выполняется стандартное условие нормировки плотности распределения  $f(y)$ :  $F(0) = 0$ ;  $F(1) = 1$ .

Определив подмножество  $D$  значений случайной величины  $Y$ , для которых  $p(y) > 0$ , получаем:

$$D \subseteq Y: (\forall d \in D) p(d) > 0;$$

$$f(y) = \begin{cases} 0; & \text{при } y \notin D; \\ \frac{p(y)}{\int_D p(t) dt}; & \text{при } y \in D. \end{cases} \quad (2)$$

Очевидно, что если прибыль положительна при всех значениях  $y$ , то  $D \equiv Y$ .

Из (2) следует, что  $y_p$  является модой  $Y$ , но не является ее математическим ожиданием:

$$y_p = Mo(Y) \neq M(Y).$$

Для проверки устойчивости предлагаемой методики моделирования также рассматривается модель нерационального поставщика, поставяющего услугу со стандартным равномерным распределением оценки качества:

$$Y \sim U[0; 1].$$

### 3. Методика решения задач исследования

#### 3.1. Выбор оценки качества

Первым действием заказчика при подготовке проекта договора на закупку требуемой ему услуги является выбор оценки  $u$  качества услуги. Данный выбор производится из следующих соображений:

- 1) оценка должна быть численной и взаимно-однозначно связанной с качеством услуги;
- 2) способ определения фактического значения оценки по окончании каждого отчетного периода должен быть равно понятен и равно доступен как заказчику, так и поставщику;
- 3) должна существовать возможность получения оценки техническими средствами, равно доступными заказчику и поставщику без дополнительных расходов на оценивание.

#### 3.2. Гипотеза о виде функции затрат

Как указывалось выше, заказчику, в отличие от поставщика, неизвестно аналитическое описание функции затрат поставщика  $s(y)$ . Достоверно можно полагать только то, что  $s(y)$  монотонно возрастающая для любого  $y \in [y_{\min}; y_{\max}]$ :

$$s'(y) > 0. \quad (3)$$

Также, заказчик исходя из собственной экспертной оценки практики соответствующей хозяйственной деятельности и знания крайних значений функции стоимости  $c_{\min} = b$  и  $c_{\max} = 1$ , может с некоторой погрешностью предположить норму прибыли поставщика  $d$  и, соответственно, значения  $s(y)$  в крайних точках диапазона оценки качества:

$$\begin{aligned} s(y_{\min}) &= b(1 - d), \\ s(y_{\max}) &= 1 - d. \end{aligned} \quad (4)$$

Для разных отраслей деятельности конкретный вид функции  $s(y)$ , очевидно, разный. Однако, все указанные выше работы по управлению качеством, описывающие характер аналогичных с точностью до смысла функциональных зависимостей в различных отраслях экономики, однозначно свидетельствуют, что чем выше уже достигнутый уровень качества, тем выше затраты по его увеличению на некое постоянное малое приращение. То есть,  $s(y)$  выпуклая вниз для любого  $y \in [0; 1]$ :

$$s(y)'' > 0. \quad (5)$$

Это, в частности, показано на рис. 1, где кривая затрат  $Z(K)$  эквивалентна  $s(y)$ . То же указано и в работе [35]: функция затрат всегда монотонно растет и выпукла вниз.

Для ряда частных случаев из разных сфер экономики вид функции  $s(y)$  указан явно. Например, в работе [21] указано, что в сфере материального производства (промышленное производство партий односортных изделий) вид  $s(y)$  гиперболический: при улучшении качества изделий дополнительные затраты на их производство обратно пропорциональны отклонению качества от макси-

мально возможного. На рис. 2, взятом из работы [21], приведена гиперболическая зависимость стоимости изготовления деталей промышленного изготовления от величины допуска (по мере роста допуска качество ухудшается, и наоборот, т.е. в данном случае оценка качества отрицательно ориентирована).

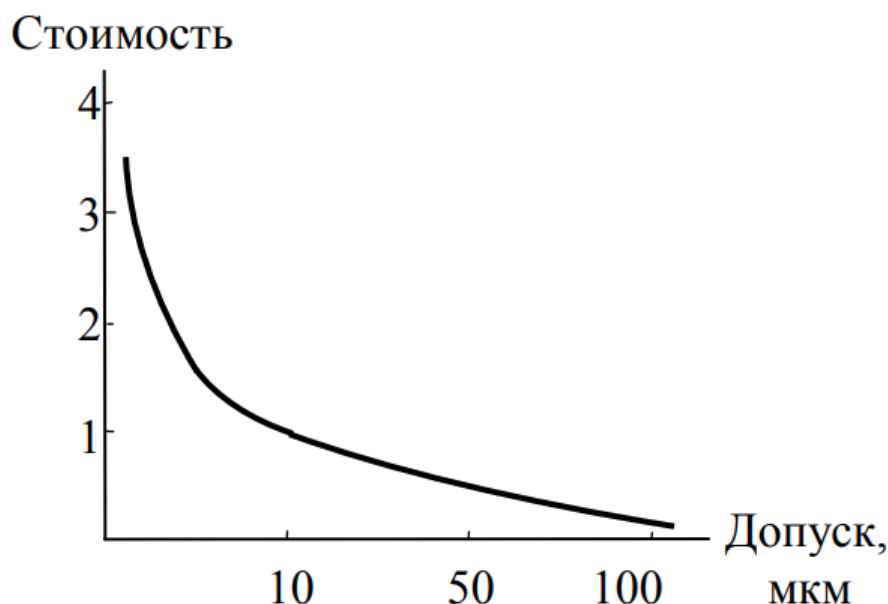


Рис. 2. Зависимость стоимости (в относительных единицах) от величины допуска (промышленное производство деталей)

В работе [22] указывается, что в сфере логистики функция зависимости затрат на качество от уровня качества – экспоненциальная (см. рис. 3, взятый из [22]). Здесь под уровнем обслуживания понимается численная оценка качества – процент грузов, доставленных без нарушения сроков доставки.

В работе [17] рассматривается регрессионный анализ статистических данных по стоимости обеспечения качества для 10-и приборостроительных предприятий. Показано, что решением уравнения регрессии с наиболее высокими результатами по критерию Стьюдента и критерию Фишера является степенная функция  $s(y) = 20,21\delta^{-0,46}$ , приведенная на рис. 4, взятая из [17]. Следует отметить, что в данном примере, так же, как и на рис. 2, оценка качества  $y$  определяет рассогласование качества от эталонного, т.е. отрицательно ориентирована.

Таким образом, можно сделать однозначный вывод, что функция  $s(y)$  для положительно ориентированной оценки  $y$  в общем случае монотонно растущая и выпуклая вниз для любого  $y \in [0; 1]$ :

$$s'(y) > 0; s''(y) > 0. \quad (6)$$

Также следует отметить, что поставщик (в рамках рассматриваемой модели) не может изменять  $s(y)$ , а только лишь использует знание ее аналитического описания при принятии собственного решения о значении  $y_p$  (для строго рационального поставщика) или математического ожидания  $M(y)$  (для ограничено рационального поставщика), которое он будет обеспечивать при предоставлении услуги.

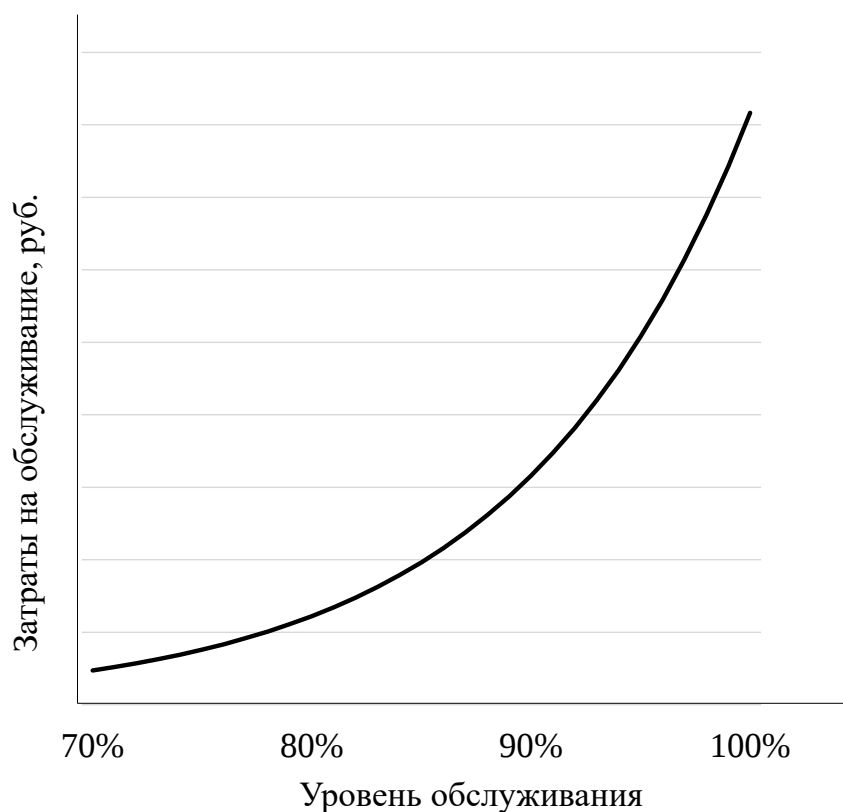


Рис. 3. График зависимости затрат от уровня обслуживания

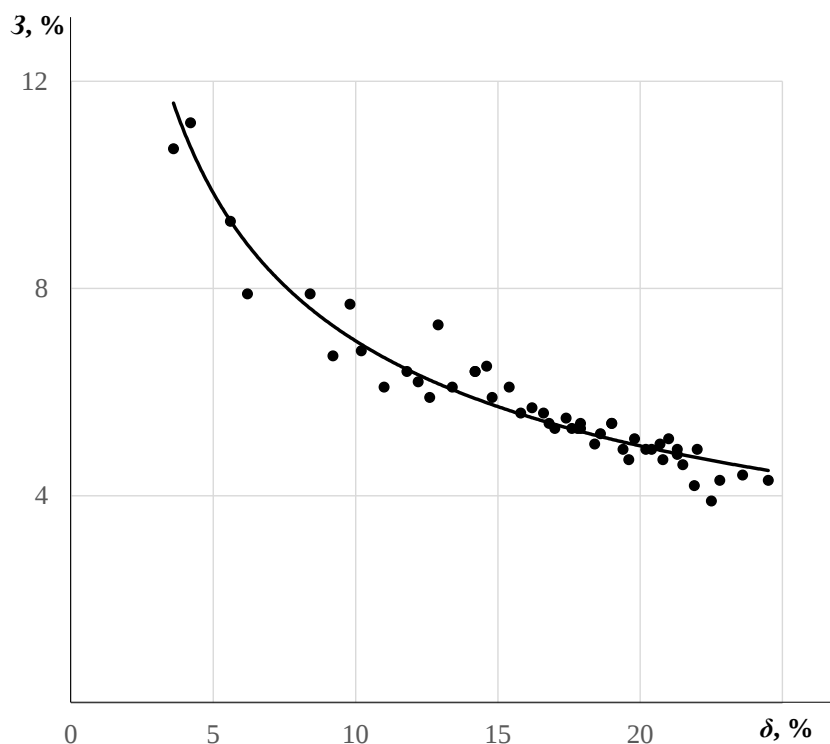


Рис. 4. Зависимость затрат на обеспечение качества от рассогласования (точками показаны статистические значения, сплошной линией – по уравнению  $z = 20,21\delta^{-0,46}$ )

Как указывалось в таблице 1,  $s(y)$  так же, как и  $c(y)$ , образована путем деления функции затрат в денежном выражении на максимальную расценку за

единицу услуги из договора и является в данном случае безразмерной величиной. Соответственно, в силу (3) и (4):

$$s(y) \in [b(1-d); 1-d]. \quad (7)$$

ЛПР заказчика на основе экспертного опыта может сделать гипотезу о конкретном виде  $s(y)$ , отвечающем условиям (3-5). Рассматриваемые в настоящей методике гипотезы приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Виды функциональной зависимости  $s(y)$

| Функция затрат   | Аналитическое описание                              |
|------------------|-----------------------------------------------------|
| Экспоненциальная | $s_1(y) = (1-d)(b + (1-b)(e^{2y} - 1) / (e^2 - 1))$ |
| Экспоненциальная | $s_2(y) = (1-d)(b + (1-b)(e^y - 1) / (e - 1))$      |
| Гиперболическая  | $s_5(y) = (1-d)(b + 0,75(1-b)y / (2 - 2,25y))$      |
| Квадратичная     | $s_3(y) = (1-d)(b + (1-b)y^2)$                      |
| Кубическая       | $s_4(y) = (1-d)(b + (1-b)y^3)$                      |

При дальнейшем моделировании значения  $b$  и  $d$  были выбраны характерными для обобщенной практики оказания услуг различных видов в современных экономических условиях на основании опыта автора:  $b = 0,6$ ;  $d = 0,1$ . Соответственно, для  $i \in (1, \dots, 5)$  в силу (7):

$$s_i(y) \in [0,54; 0,9].$$

Как будет показано далее, методика устойчива к изменению  $b$  и  $d$  в широких пределах, вполне отвечающих рыночной специфике конкретных услуг произвольного вида, к которым она будет применяться на практике.

### 3.3. Выбор вида функции качества

Как указывалось в разделе 1.2, в литературе по управлению качеством не вводится в явном виде указаний на формирование функции стоимости для объекта исследования. Соответственно, автор в настоящей работе предлагает подход к определению функции стоимости через понятие функции качества. В таблице 1 определена функция качества  $q(y)$  – положительно ориентированная; монотонно возрастающая по  $y$ ;  $q(y) \in [0; 1]$ . Для ЛПР заказчика  $q(y)$  играет двоякую роль. Во-первых, она, как указано в разделе 2.2, используется для формирования функции стоимости  $s(y)$ . Во-вторых,  $q(y)$  формирует субъективную оценку ЛПР качества услуги на основе объективно измеренной численной оценки  $y$ .

В работе [18], описывающей используемый в настоящей статье метод «Экономическая эффективность управления качеством», а также в исходной работе [35], послужившей первоисточником данного метода, указывается, что функция стоимости – монотонно растущая и выпуклая вверх. Учитывая линейную зависимость  $s(y)$  и  $q(y)$ , это потенциально могло бы означать, что  $q(y)$  также могла бы быть выпуклой вверх.

Однако, метод «Экономическая эффективность управления качеством» непосредственно относится к самому общему случаю поставщика услуг из гражданской сферы, который реализует свою продукцию на свободном конку-

рентном рынке. Вместе с тем, в настоящей работе производится системный анализ действий заказчика ПВН (услуг) по формированию предпосылок для получения от поставщика максимальной при прочих равных условиях ценности одной конкретной услуги военного назначения, которую заказчик получает только от данного поставщика. При этом предполагается, что поставщик работает только с данным заказчиком, либо его отношения с данным заказчиком не зависят от отношений с другими заказчиками. То есть, объект исследования представляется в виде изолированных экономических отношений одного заказчика и одного поставщика. Выпуклый вверх характер функции стоимости может рассматриваться только лишь как один из вариантов в методике данного исследования, наравне с иными.

Таким образом, в рассмотренной литературе по управлению качеством не содержится никаких конкретных рекомендаций по выбору функции качества  $q(y)$  для рассматриваемого в настоящей работе изолированного случая. Данный выбор ЛПР заказчика должно делать самостоятельно. Для достижения цели исследования необходимо, чтобы выбранная функция качества отвечала следующим обязательным условиям:

- 1) Обеспечение за счет экономической стимуляции поставщика квази-оптимального значения ценности услуги (см. таблицу 1)  $v(y)$ ;
- 2) Устойчивость методики в отношении функциональной зависимости  $s(y)$  и значения  $d$ , достоверно неизвестных заказчику. Данное требование обусловлено необходимостью получения возможно большей ценности услуги (значения  $v(y)$ ) в том числе при фактическом виде кривой  $s(y)$  и значении  $d$ , отличающихся от гипотетически предполагаемых заказчиком при выборе вида  $q(y)$ . Всего в настоящей методике рассматривается 3 вида функции качества  $q(y)$ :

2.1) Линейная зависимость  $q_1(y) = ay + b$ . Данная зависимость наиболее проста и интуитивно понятна ЛПР заказчика и исполнителя, в общем случае не обладающим знанием алгебры. Так как в рассматриваемом случае и  $y$ , и  $q(y)$  определены в диапазоне значений  $[0; 1]$ , примем:  $a = 1$ ;  $b = 0$ ;  $q_1(y) \equiv y$ ;

2.2) Выпуклая вниз функция  $q_2(y)$ : для всех  $y \in [0; 1]$ ;  $q_2''(y) > 0$ . Данная функция может быть выбрана заказчиком исходя из его интуитивных представлений о ее стимулирующей роли для поставщика. Так как  $s(y)$  связана линейной зависимостью с  $q(y)$ :  $s(y) = c_{min} + (1 - c_{min}) q(y)$ , ЛПР заказчика может предполагать, что сохранение значения  $s(y)$  близким к  $b$  на протяжении значительной части интервала значений оценки  $y$  и резкий рост при  $y \rightarrow y_{max}$  будет стимулировать поставщика предоставлять услугу с  $y \rightarrow y_{max}$ ;

2.3) Выпуклая вверх функция  $q_3(y)$ : для всех  $y \in [0; 1]$ ;  $q_3''(y) < 0$ .

В дальнейшем моделировании выбрана относительно простая степенная зависимость для  $q_2(y)$  и  $q_3(y)$ :  $q_2(y) = y^2$ ;  $q_3(y) = y^{0.5}$ . Графики  $q_i(y)$ ;  $i \in (1 \dots 3)$  приведены на рис. 5.

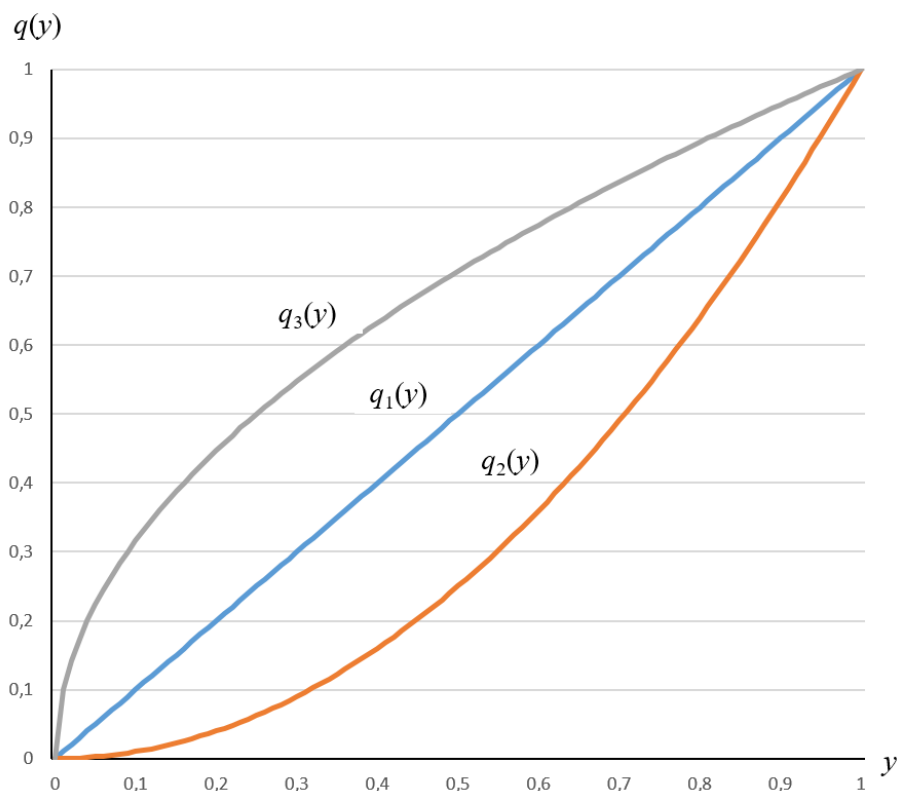


Рис. 5 Рассматриваемые виды функциональной зависимости  $q(y)$

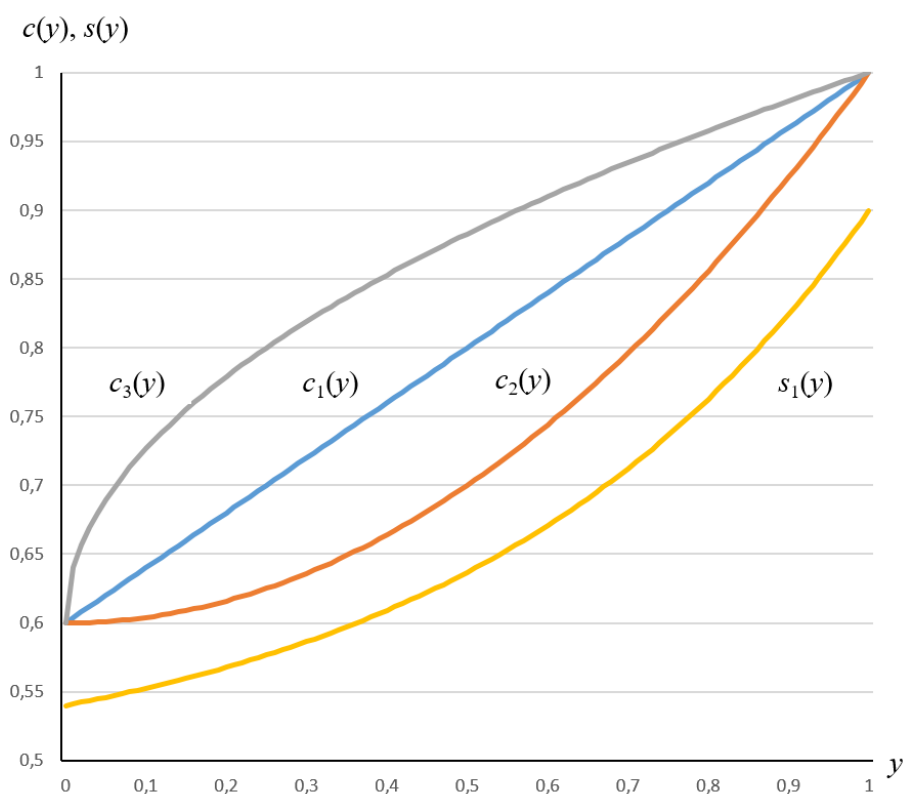


Рис. 6. Функции стоимости и функция затрат

Можно показать, что предлагаемая методика устойчива к выбору функциональной зависимости  $q(y)$ , и качественные результаты исследования оста-

ются справедливыми при выборе иных видов гладкой монотонно растущей  $q(y)$ , не имеющей точек перегиба на интервале  $[0; 1]$ .

После определения  $q(y)$ , соответственно, определяется функция стоимости  $c(y)$ :  $c(y) = b + (1 - b) q(y)$ . На рис. 6 приведены функции стоимости  $c_i(y)$ ;  $i \in (1...3)$  для выбранного значения  $b = 0,6$ , а также функция затрат  $s_1(y)$  для выбранного  $d = 0,1$ .

### 3.4. Функция прибыли поставщика

Для определения влияния выбранного ЛПР заказчика вида функции качества  $q(y)$  на достигаемую оценку качества  $y$  рассмотрим функцию прибыли поставщика  $p(y)$ :  $p_{ij}(y) = c_i(y) - s_j(y)$ ;  $i \in (1, \dots, 3)$ ;  $j \in (1, \dots, 5)$ . На рис. 7 приведен график  $p_{i1}(y)$ . Из графика видно, что все три функции имеют максимумы  $p_{i1max}$ :  $p_{i1max} = \max(p_{i1}(y)) \mid y = y_{i1max}$ ;  $i \in (1, \dots, 3)$ . Соответственно подпункту 2.3, для модели строго рационального поставщика заказчик, выбрав вид функции качества услуги  $q(y)$  и соответствующий ему вид функции стоимости  $c(y)$ , получит от поставщика услугу с численной оценкой качества  $y = y_{ijmax}$  (для модели строго рационального поставщика) либо представляющей из себя случайную величину  $Y$  с математическим ожиданием  $M_{ij}(Y) = y_{ijmax}$  (для модели ограниченно рационального поставщика).

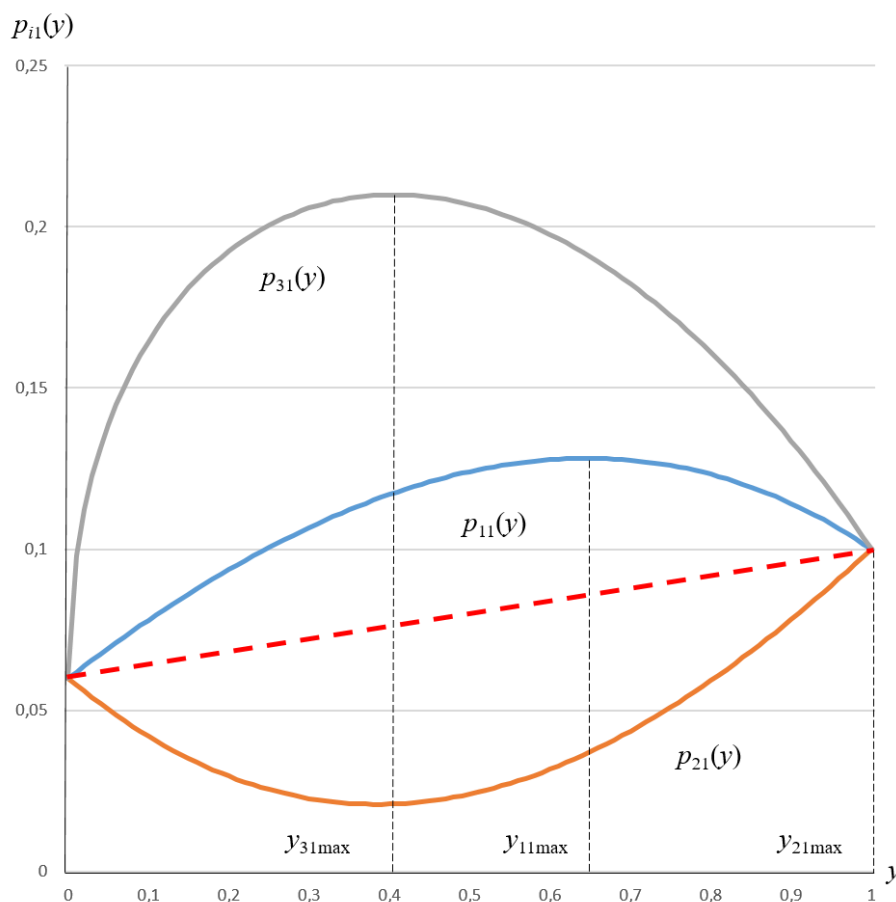


Рис. 7. Графики прибыли  $p_{i1}(y)$

Из рис. 7 видно, что для  $j = 1$ :

$$y_{31\max} < y_{11\max} < y_{21\max}. \quad (8)$$

При этом использование выпуклой вниз функции качества  $q_2(y)$  для  $s_1(y)$  приводит к вырожденному случаю:

$$y_{21\max} = y_{\max} \equiv 1. \quad (9)$$

То есть, в случае кривой затрат  $s_1(y)$  и функции качества  $q_2(y)$  поставщику экономически целесообразно поставлять услугу с оценкой качества  $y_{\max}$ . Однако, в общем случае это не всегда так: например, на рис. 8 показан график  $p_{i3}(y)$ . Видно, что при сохранении соотношения (8), равенство (9) не выполняется. Можно показать, что неравенство (8) выполняется для любой гладкой  $s(y)$ , соответствующей условию (6).

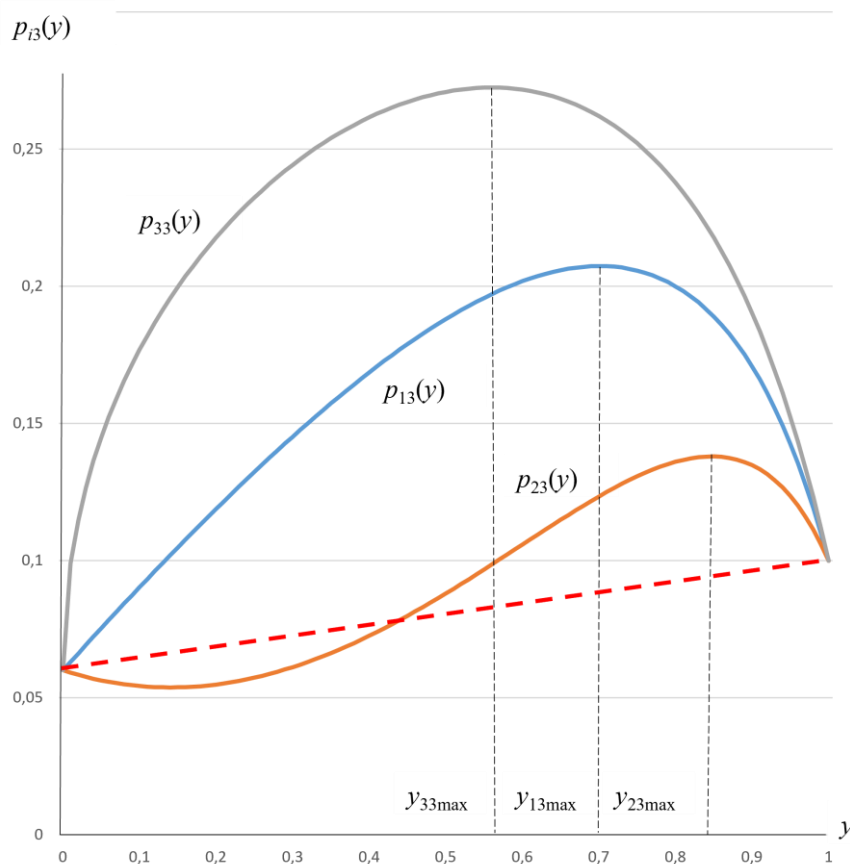


Рис. 8. Графики прибыли  $p_{i3}(y)$

### 3.5. Результаты моделирования. Достигаемая оценка качества и экономия для модели строго рационального поставщика

В таблице 3 приведены для случая строго рационального поставщика значения  $y_{ij\max}$  и соответствующие им значения экономии заказчика:

$$e(y_{ij\max}) = 1 - q_i(y_{ij\max}); i \in (1, \dots, 3); j \in (1, \dots, 5),$$

полученные путем математического моделирования в программе Microsoft Excel с шагом дискретизации 0,01. Соответственно, значения ограничены 2-мя значащими цифрами. Курсивом выделены вырожденные случаи: максимальная оценка качества и соответствующая ей нулевая экономия.

Таблица 3 – Значения  $y_{ijmax}$  и  $e(y_{ijmax})$ 

| $j$ | $y_{1jmax}$ | $e(y_{1jmax})$ | $y_{2jmax}$ | $e(y_{2jmax})$ | $y_{3jmax}$ | $e(y_{3jmax})$ |
|-----|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|
| 1   | 0,65        | 0,35           | 1           | 0              | 0,41        | 0,21           |
| 2   | 0,63        | 0,37           | 0,96        | 0,08           | 0,47        | 0,31           |
| 3   | 0,70        | 0,30           | 0,85        | 0,28           | 0,56        | 0,25           |
| 4   | 0,56        | 0,44           | 1           | 0              | 0,43        | 0,34           |
| 5   | 0,61        | 0,39           | 0,74        | 0,45           | 0,51        | 0,29           |

Из анализа результатов моделирования очевидно следующее: для всех  $j$ ;  $y_{3jmax} < y_{1jmax}$ ;  $e(y_{3jmax}) < e(y_{1jmax})$ ;  $m_2 = 0,5 < m_1 = 1$ . Соответственно, результаты, обеспеченные функцией качества  $q_3(y)$ , являются с учетом указанных в п. 2.2 предпочтений заказчика Парето-доминируемыми [34] по отношению к результатам, обеспечиваемым функцией качества  $q_1(y)$ . Следовательно,  $q_1(y) \succ q_3(y)$ . Можно показать, что данное отношение предпочтения сохраняется при любой рациональности поставщика и любой  $q_3(y)$ , монотонно растущей и выпуклой вверх. Таким образом, функция качества  $q_3(y)$  не обеспечивает достижение цели исследования и далее не рассматривается.

Из рассмотрения результатов, обеспечиваемых функцией качества  $q_2(y)$ , видно, что по ним нет возможности определить в явном виде отношение предпочтения между  $q_1(y)$  и  $q_2(y)$ , так как  $q_2(y)$  для всех рассмотренных функций стоимости  $c_j(y)$  обеспечивает большее значение  $y_{max}$  и меньшее значение  $e(y_{max})$ . Для определения данного отношения предпочтения необходимо определить обобщающую функцию, значение которой равно оценке заказчиком ценности услуги, характеризуемой аргументами обобщающей функции.

### 3.6. Выбор вида обобщающей функции

Как указывалось в описании модели, ценность для заказчика получаемой от поставщика услуги определяется набором трех показателей (либо их математических ожиданий): оценка качества  $u$ ; соответствующее ей значение экономии  $e(y)$ ; оценка сложности  $m$ .

Для определения ценности услуги агрегируем значения оценки качества, экономии и сложности с помощью обобщающей функции [34]. Идентичная функция в работе [29] именуется «функция ценности». Соответственно, обобщающая функция для заказчика определяет ценность получаемой услуги. Под ценностью в узком смысле здесь понимается раскрытая в общем виде в работах Г.А. Лавринова и А.Г. Подольского [15, 16] ценностная концепция. Для рассматриваемого в настоящей работе частного случая закупки услуг военного назначения в границах исследования применимо определение из [15]: «Суть «ценностной» концепции ценообразования состоит в единстве двух аспектов, первый из которых отражает интересы заказчика (государства) в части эффективного с военно-экономической точки зрения использования бюджетных средств, а второй отражает интересы исполнителя и заключается в экономической привлекательности заказа».

Соответственно, в рассматриваемой модели диалектическая связь между интересами заказчика и исполнителя, интегрирующая качество и цену ПВН (в данном случае – услуг военного назначения) согласно [18] обеспечивается применяемым методом «Экономическая эффективность управления качеством», в котором качество услуги, объективно определяемое функцией качества, с одной стороны обеспечивает эффективное расходование средств заказчика за счет снижения цены единицы услуги при недостатке качества, но при этом с другой стороны стимулирует исполнителя прикладывать усилия по повышению качества для получения большей прибыли.

Для численного определения ценности введем обобщающую функцию  $v(y, e(y), m)$  [34]. В соответствии с классификацией из работы [33], показатель оценки качества  $y$  является целевым, а показатель экономии заказчика  $e(y)$  является ресурсным. Соответственно, функция ценности  $v(y, e(y), m)$ , объединяющая  $y$  и  $e(y)$ , определяет ценность как экономическую эффективность услуги [33].

В работе [34] указывается, что наиболее распространенными видами обобщающей функции являются: аддитивная; мультипликативная; мультипликативная с дополняющими сомножителями; степенная мультипликативная. Для выбора вида  $v(y, e(y), m)$  применительно к предмету исследования необходимо исследовать норму замещения [29] между  $y$ ,  $e(y)$  на области определения  $y$  и соответствующие кривые безразличия  $v(\cdot)$  [23, 24, 34], соответствующие разным видам  $q(y)$ .

Как указывалось в разделе 2.2, реальной целью заказчика является получение услуги со значением оценки качества  $y$  (либо ее математическим ожиданием), близким к середине интервала значений ( $y \approx 0,5$ ) и соответствующей ненулевой экономией  $e(y) \neq 0$ . При  $y \gtrsim y_{min}$ , для заказчика приоритетно повышение качества услуги, и он готов платить больше за прирост оценки качества, чем в случае  $y \approx 0,5$ . При  $y \lesssim y_{max}$ , для заказчика приоритетнее экономия на стоимости услуги, поскольку реальная цель уже достигнута. Соответственно, в данном случае заказчик готов платить за прирост оценки качества меньше, чем в случае  $y \approx 0,5$ . В крайних точках  $y = 0$  и  $y = 1$  ценность услуги для заказчика равна 0: при  $y = 0$ , за счет минимального качества; при  $y = 1$ , за счет максимальной цены.

Из этого следует, что предельная норма замещения [29] между  $e(y)$  и  $y$  не является постоянной, но монотонно убывает. Как указано в работе [34], для указанного вида предпочтений заказчика уровни безразличий отображаются монотонно убывающими выпуклыми вниз кривыми, что подразумевает степенную обобщающую функцию вида  $v(y, e(y), m) = y^\alpha e(y)^\beta m^\gamma$ ;  $\alpha + \beta + \gamma = 1$ . В микроэкономике данный вид обобщающей функции широко распространен под названием функции полезности Кобба – Дугласа [23, 24].

В описании компонент модели указано, что все аргументы  $v(y, e(y), m)$  принадлежат диапазону значений  $[0; 1]$ . Соответственно, необходимость их нормировки отсутствует. Для окончательного определения вида  $v(y, e(y), m)$  ЛПР заказчика на основании своего экспертного опыта и предпочтений должно выбрать численные значения весовых коэффициентов  $\alpha, \beta, \gamma$ , удовлетворяющие

условию  $\alpha + \beta + \gamma = 1$ . В данной методике принимается, что оценка качества услуги и экономия равноценны для заказчика, и каждый из этих показателей вдвое более ценен, чем оценка сложности  $m$ . Соответственно,  $\alpha = \beta = 0,4$ ;  $\gamma = 0,2$ ;  $v(y, e(y), m) = (ye(y))^{0,4}m^{0,2}$ . Так как зависимость  $e_i(y)$  и значения  $m_i$ ;  $i \in (1, 2)$  известны (см. таблицу 1),  $v(\cdot)$  является функцией одной переменной:

$$v_1(y) = (y - y^2)^{0,4}, \quad (10)$$

$$v_2(y) = 0,5^{0,2}(y - y^3)^{0,4}. \quad (11)$$

Вид  $v_1(y)$  и  $v_2(y)$  приведен на рис. 9.

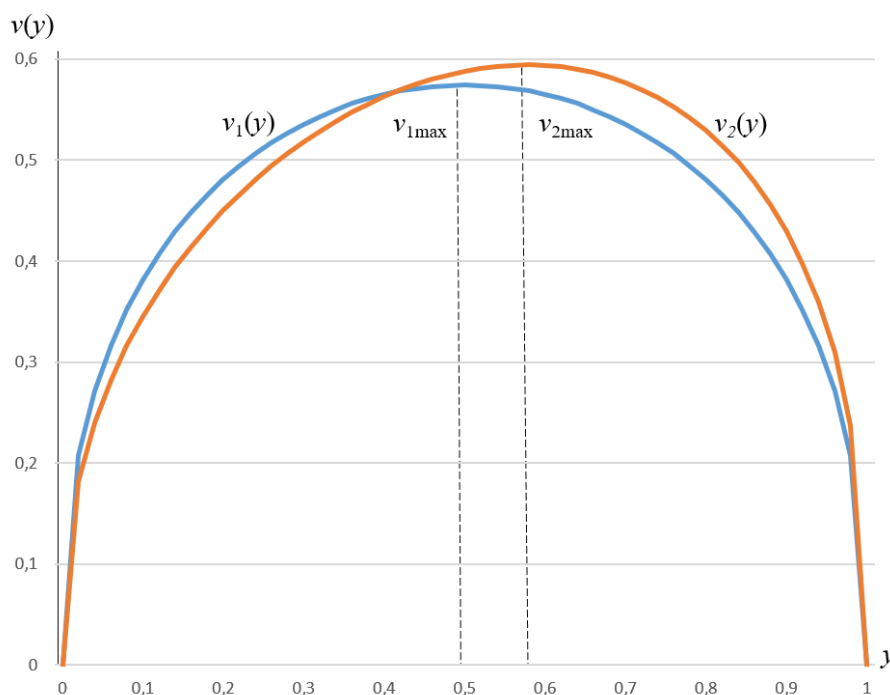


Рис. 9. Вид функций ценности для рассматриваемых функций качества

## 4. Результаты моделирования

### 4.1. Расчет ценности услуги для различных моделей поставщика

Ценность услуги  $v_{ij}(y)$  определялась через значения обобщающей функции (10, 11), определенной для всех трех моделей поставщика: строго рациональный, ограниченно рациональный и нерациональный поставщик. Для второго и третьего случая, как следует из определения моделей поставщика, определялось математическое ожидание ценности услуги  $M(V_{ij})$  и ее среднеквадратическое отклонение  $\sigma(V_{ij})$ . Как указано в подразделе 2.3, плотность вероятности численной оценки качества  $f(Y)$  для ограниченно рационального поставщика определена согласно (2); для нерационального поставщика  $f(Y) \sim U[0; 1]$ . Расчет производился для функций качества  $q_1(y)$  и  $q_2(y)$  и каждой из функций затрат  $s_j(y)$ ;  $j \in (1, \dots, 5)$  путем математического моделирования в программе Microsoft Excel с шагом дискретизации 0,01. Соответственно, найденные значения  $v_{ij}$ ,  $M(V_{ij})$ ,  $\sigma(V_{ij})$  ограничены 2-мя значащими цифрами, а значения  $\sigma(V_{ij})$  — 3-мя. Исходя из описания модели нерационального поставщика, в ней  $M(V_i)$  и  $\sigma(V_i)$  не зависят от вида  $s(y)$ .

Как указано в подразделе 3.2, заказчик, не имеет достоверной информации о виде  $s(y)$ , для модели строго рационального поставщика. Полагая равновероятными все рассмотренные функции затрат  $s_j(y) \mid j \in (1, \dots, 5)$ , можно считать получаемую ценность услуги  $v_i$  случайной величиной  $V_i$  с дискретным равномерным распределением:  $V_i$  с равными 0,2 вероятностями принимает значения, равные  $v_{ij} \mid i \in (1, 2); j \in (1, \dots, 5)$ . Соответственно, для модели строго рационального поставщика итогами моделирования являются математическое ожидание  $M(V_i)$  и среднеквадратическое отклонение  $\sigma(V_i) \mid i \in (1; 2)$ .

Результаты моделирования приведены в таблицах 4 – 8.

Таблица 4 – Результаты моделирования ценности услуги:  
строго рациональный поставщик

| $j$ | $v_{1j}$ | $v_{2j}$ |
|-----|----------|----------|
| 1   | 0,55     | 0        |
| 2   | 0,56     | 0,31     |
| 3   | 0,54     | 0,49     |
| 4   | 0,57     | 0        |
| 5   | 0,56     | 0,56     |

Таблица 5 – Результаты моделирования ценности услуги:  
строго рациональный поставщик. Усреднение по реализациям

| $M(V_1)$ | $\sigma(V_1)$ | $M(V_2)$ | $\sigma(V_2)$ |
|----------|---------------|----------|---------------|
| 0,56     | 0,003         | 0,27     | 0,25          |

Таблица 6 – Результаты моделирования ценности услуги:  
ограниченно рациональный поставщик

| $j$ | $M(V_{1j})$ | $\sigma(V_{1j})$ | $M(V_{2j})$ | $\sigma(V_{2j})$ |
|-----|-------------|------------------|-------------|------------------|
| 1   | 0,48        | 0,115            | 0,43        | 0,149            |
| 2   | 0,49        | 0,109            | 0,47        | 0,135            |
| 3   | 0,49        | 0,105            | 0,49        | 0,126            |
| 4   | 0,49        | 0,108            | 0,47        | 0,133            |
| 5   | 0,49        | 0,103            | 0,49        | 0,122            |

Таблица 7 – Результаты моделирования ценности услуги:  
ограниченно рациональный поставщик. Усреднение по реализациям

| $M(V_1)$ | $\sigma(V_1)$ | $M(V_2)$ | $\sigma(V_2)$ |
|----------|---------------|----------|---------------|
| 0,49     | 0,108         | 0,47     | 0,133         |

Таблица 8 – Результаты моделирования ценности услуги:  
нерациональный поставщик

| $M(V_1)$ | $\sigma(V_1)$ | $M(V_2)$ | $\sigma(V_2)$ |
|----------|---------------|----------|---------------|
| 0,46     | 0,125         | 0,47     | 0,132         |

#### 4.1. Устойчивость методики к прочим параметрам моделирования

В описании модели указывались выбранные параметры моделирования:  $b$ ,  $d$ , вид функций качества  $q_2(y)$ ,  $q_3(y)$ . Можно показать, что качественно результаты исследования не изменяются при варьировании  $b$  и  $d$  в широких пределах, ограниченных реальной рыночной практикой, а также при выборе иного вида монотонно растущих функций  $q_2(y)$ ,  $q_3(y)$  выпуклых вниз и вверх соответственно.

#### 4.2. Итоги моделирования

По результатам проведенного моделирования можно сделать следующие выводы.

1. Для модели строго рационального поставщика (см. таблицу 4), при использовании заказчиком функции качества  $q_1(y)$  ценность получаемой заказчиком услуги практически не зависит от достоверно неизвестного заказчику вида функции затрат поставщика  $s(y)$ . Таким образом, методика определения качества и ценности услуги при выборе функции качества  $q_1(y)$  устойчива в отношении вида функции затрат поставщика  $s(y)$ . Вместе с тем, при использовании функции качества  $q_2(y)$  ценность получаемой заказчиком услуги существенно зависит от вида функции затрат поставщика  $s(y)$ . Видно, что для любого  $j$ :  $v_{1j} \geq v_{2j}$ . При этом для  $s_1(y)$  и  $s_4(y)$  применение  $q_2(y)$  дает заказчику услугу с нулевой ценностью. Как видно из таблицы 3, это обусловлено получением в данных случаях услуги с  $y = 1$  и  $e(1) = 0$ . То есть, в данных случаях применение  $q_1(y)$  обеспечивает достижение реальной цели заказчика, а  $q_2(y)$  – не обеспечивает.  
Усредняя по реализациям  $s_j(y)$ , видно (см. таблицу 5), что  $M(V_1)$  вдвое больше  $M(V_2)$ ;  $\sigma(V_1)$  на два порядка меньше, чем  $\sigma(V_2)$ . То есть, в случае строго рационального поставщика  $q_1(y) \succ q_2(y)$ .
2. Для модели ограниченно рационального поставщика (см. таблицу 6), видно, что методика определения качества и ценности услуги при выборе как функции качества  $q_1(y)$ , так и  $q_2(y)$  устойчива в отношении вида функции затрат поставщика  $s(y)$ . То есть, применение как  $q_1(y)$ , так и  $q_2(y)$  обеспечивает достижение реальной цели заказчика. Однако, при использовании заказчиком функции качества  $q_1(y)$  математическое ожидание ценности получаемой заказчиком услуги  $M(V_{1j})$  для всех рассмотренных видов  $s(y)$  не ниже, чем  $M(V_{2j})$ ; среднеквадратичное отклонение ценности  $\sigma(V_{1j})$  меньше, чем  $\sigma(V_{2j})$ . Усредняя по реализациям  $s_j(y)$ , видно (см. таблицу 7), что  $M(V_1)$  больше  $M(V_2)$ ;  $\sigma(V_1)$  меньше, чем  $\sigma(V_2)$ . То есть, в случае ограниченно рационального поставщика  $q_1(y) \succ q_2(y)$ .
3. Для модели нерационального поставщика (см. таблицу 8), оба вида функции качества дают практически идентичные результаты, доста-

точно близкие к реальной цели заказчика. Данная модель введена для проверки устойчивости методики к подтверждению либо опровержению гипотезы заказчика о рациональности поставщика: заказчик полагает поставщика рациональным, однако, даже при ошибочности данной гипотезы достигается цель, близкая к реальной цели заказчика. Следовательно, предлагаемая модель и методика устойчивы в отношении рациональности поставщика. В данном случае  $q_1(y) \sim q_2(y)$ .

4. При рассмотрении результатов моделирования применительно к практическим ситуациям закупки услуг военного назначения заказчику целесообразно при принятии решения о выборе вида функции качества также проанализировать потенциальные результаты с точки зрения поставщика. При моделировании ЛПР заказчика исходило из заинтересованности поставщика обеспечивать себе постоянную норму прибыли, не меньшую  $d$ . То есть, поставщик рассчитывал бы получать за единицу услуги с произвольной оценкой качества  $y$  цену, не меньшую  $s(y) / (1 - d)$ . На рис. 7, 8 данные ожидания поставщика отражаются штрих-пунктирной прямой линией, соединяющей точки  $p(0)$  и  $p(1)$ . При этом из данных рисунков видно, что при выборе заказчиком функции качества  $q_2(y)$ , для функции затрат  $s_1(y)$  фактическая прибыль поставщика меньше его ожиданий для всех  $y \in (0; 1)$ ; для функции затрат  $s_3(y)$  фактическая прибыль поставщика меньше его ожиданий для всех  $y < 0,44$ . При этом в случае выбора заказчиком функции качества  $q_1(y)$ , фактическая прибыль поставщика не ниже его ожиданий для любых значений  $y$  и обеих функций затрат. Из этого следует, что при выборе функции качества  $q_2(y)$  заказчик может не найти поставщиков, желающих поставлять услугу на предложенных в документах закупки условиях, что приводит к срыву закупочной процедуры, необходимости ее повторного объявления, соответствующим временным издержкам и прочим косвенным затратам заказчика. При выборе функции качества  $q_1(y)$  данный риск отсутствует.
5. Для функции качества  $q_1(y)$ , аналитическая запись обобщающей функции  $v_1(y)$  выглядит согласно (10) как  $v_1(y) = (y - y^2)^{0,4}$ . Очевидно, что максимум данной функции  $v_{1\max} = \max(v_1(y))$  обеспечивается при  $y = 0,5$ ;  $v_{1\max} = 0,25^{0,4} = 0,57$  (см. рис. 9). Соответственно, для модели строго рационального поставщика усредненное по реализациям  $s(y)$  математическое ожидание ценности  $M(V_1) = 0,56$  отличается от  $v_{1\max}$  на 1,7 %. Для модели ограниченно рационального поставщика  $M(V_1) = 0,52$  отличается от  $v_{1\max}$  на 8,8 %. Для модели нерационального поставщика, определяющей устойчивость модели к нарушению гипотезы о рациональности поставщика,  $M(V_1) = 0,46$  отличается от  $v_{1\max}$  на 19,2%. Усредненное по трем моделям поставщика отклонение  $M(V_1)$  от  $v_{1\max}$  составляет 9,7%. Таким образом, можно сделать вывод, что в границах исследования применение функции качества услуги  $q_1(y)$  обеспечивает квазиоптимальное значение ценности получаемой заказчиком услуги за счет экономической стимуляции поставщика.

6. Для функции качества  $q_2(y)$ , аналитическая запись обобщающей функции  $v_1(y)$  выглядит согласно (11) как  $v_2(y) = 0,87 (y - y^3)^{0,4}$ . Очевидно, что максимум данной функции  $v_{2max} = \max (v_2(y))$  обеспечивается при  $y = (1/3)^{0,5} = 0,58$ ;  $v_{2max} = 0,59$  (см. рис. 9). Усредненное по трем моделям поставщика отклонение  $M(V_2)$  от  $v_{2max}$  составляет 30,5 %. Таким образом, можно сделать вывод, что в границах исследования применение функции качества услуги  $q_1(y)$  обеспечивает значение ценности в среднем на  $30,5 \% - 9,7 \% = 20,8 \%$  ближе к оптимальному значению.
7. По совокупности вышеизложенного можно сделать обоснованный вывод, что гипотеза исследования подтверждена: линейная функция качества услуги  $q_1(y)$  обеспечивает решение всех задач исследования и, как следствие, полное достижение цели исследования. Полученный результат устойчив к изменению фактических значений априорно неизвестных ЛПР заказчика параметров модели, выбираемых им гипотетически.

### Выводы по исследованию

По итогам проведенного исследования можно сделать следующие выводы.

1. В отличие от моделей управления качеством, приведенных в литературе [17–21], в настоящей работе впервые вводится функция качества, непосредственно определяющая для заказчика численное значение качества получаемой услуги и определяющая цену единицы услуги.
2. Научно обосновано понятие ценности услуги, агрегирующей ее качество, экономию на ее стоимости и сложность формирования функции качества; определена функция ценности.
3. Впервые определяется вид функции качества, позволяющий достичь квазиоптимального значения ценности услуги за счет экономической заинтересованности поставщика.
4. Гипотеза исследования подтверждена: линейная функция качества обеспечивает решение всех задач исследования и полное достижение цели исследования.
5. Разработанная модель и методика устойчивы к вариациям априори неизвестных параметров модели в широких пределах, соответствующих рыночной практике предоставления услуг в различных сферах хозяйственной деятельности.
6. Предложенная в работе методика выбора вида функции качества относится не только к случаю закупок услуг военного назначения как частного случая ПВН, но также применима к широкому классу иных прикладных задач, которые могут быть сведены к решаемой в работе задаче.

В дальнейшем определенный в настоящей работе вид функции качества будет использоваться автором для адаптации методики некомпенсаторного многокритериального ранжирования и оценивания событий, оцениваемых по векторным оценкам параметров, с целью ее практического применения в различных практических случаях. В предметной области поставки ПВН указанная

методика может применяться не только при закупках услуг военного назначения, но и при закупке типовых серийных односортных товаров, а также повторяющихся унифицированных работ. Разработанная методика имеет перспективы широкого применения в различных областях хозяйственной деятельности гражданской сферы.

## Литература

1. Шавандина И. В., Кучин С. В., Козлов В. А. Эффективность развития сферы услуг в Российской Федерации // Вестник НГИЭИ. 2018. № 8 (87). С. 142–153.
2. Загудайлова Д. А. Сущность понятия «Услуга» и ее классификация // Экономика и социум. 2015. № 3 (16). С. 580–583.
3. Официальный Телеграм-канал Министерства обороны РФ [Электронный ресурс]. 08.04.2025. – URL: [https://t.me/mod\\_russia/24565](https://t.me/mod_russia/24565) (дата обращения 08.04.2025).
4. Викулов С. Ф., Кандыбко Н. В., Лапин Г. Н., Камбаров А. О. Некоторые проблемы совершенствования контрактирования, ценообразования и организации закупок продукции военного назначения // Вооружение и экономика. 2010. № 4 (12). С. 18–26.
5. Подольский А. Г. Суть и содержание понятия верхней лимитной цены продукции военного назначения // Вооружение и экономика. 2015. № 3 (32). С. 63–70.
6. Маричев П. А. Научно-методический аппарат обоснования начальной цены контракта на разработку вооружения и военной техники противовоздушной обороны на основе учета возможных финансовых потерь заказчика // Вооружение и экономика. 2010. № 4 (12). С. 45–51.
7. Хужина Ю. О., Метелёв Д. А. Целеполагание системы менеджмента качества оборонно-промышленного предприятия, как основа конкурентного преимущества // Физика. Технологии. Инновации: сборник статей VII Международной молодежной научной конференции (Екатеринбург, 18–22 мая 2020 г.). Екатеринбург, УрФУ, 2020. С. 115–121.
8. Кузьмина С. Н. Обеспечение качества и риски в деятельности предприятий оборонно-промышленного комплекса // Петербургский экономический журнал. 2018. № 3. С. 122–131.
9. Лавринов Г. А., Хрусталеv Е. Ю. Методы прогнозирования цен на продукцию военного назначения // Проблемы прогнозирования. 2006. № 1. С. 87–96;
10. Лавринов Г. А., Подольский А. Г., Баханович Д. Н. Формирование цен на вооружение и военную технику: проблемы и пути их решения // Вооружение и экономика. 2010. № 4 (12). С. 12–17.
11. Лавринов Г. А., Подольский А. Г., Хрусталеv Е. Ю. Анализ факторов, влияющих на ценообразование продукции военного назначения // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2012. № 28. С. 2–8.

12. Лавринов Г. А., Подольский А. Г., Хрусталеv Е. Ю. Концепции построения системы внутреннего ценообразования на продукцию военного назначения // Финансовая аналитика. Проблемы и решения. 2012. № 29. С. 2--10.

13. Подольский А. Г., Лавринов Г. А. К вопросу о военно-экономической эффективности использования финансовых ресурсов при планировании создания продукции военного назначения // Вооружение и экономика. 2012. № 2 (18). С. 38–25.

14. Подольский А. Г., Лавринов Г. А., Косенко А. А. Стоимостные показатели продукции военного назначения: теоретические и методические основы оценки. Под ред. заслуженного деятеля науки Российской Федерации, доктора технических наук, профессора В. М. Буренка. – СПб.: ВАТТ им. генерала армии А.В. Хрулева. 2011. – 304 с.

15. Лавринов Г. А., Подольский А. Г. Ценообразование на продукцию военного назначения: от затратной к ценностной концепции // Вооружение и экономика. 2012. № 1 (17). С. 58–65.

16. Лавринов Г. А., Подольский А. Г. Управление ценообразованием на продукцию военного назначения при реализации ценностной концепции // Инновации. 2013. № 8 (178). С. 31--38.

17. Будищева И. А., Плоткин Я. Д. Регулирование затрат на обеспечение качества продукции. – М.: Издательство стандартов. 1989. 184 с.

18. Аристов О. В. Управление качеством: Учеб. пособие для вузов. – М.: ИНФРА-М, 2006. 240 с.

19. Фейгенбаум А. Контроль качества продукции. Сокр. пер. с англ. – М.: Экономика, 1986. 471 с.

20. Рябова С. В. Экономика качества: учебное пособие. – Ульяновск: УлГТУ, 2021. 222 с.

21. Ефимов В. В. Улучшение качества продукции, процессов и ресурсов: учебное пособие. – М.: КНОРУС, 2007. 223 с.

22. Алесинская Т. В. Основы логистики. Функциональные области логистического управления. Ч. 3. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. 116 с.

23. Шимановский Д. В. Микроэкономическое моделирование и системный анализ: учебное пособие. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2022. 131 с.

24. Симкина Л. Г. Микроэкономика: учебное пособие. 2–е изд, стер. – М.: КНОРУС, 2013. 360 с.

25. Белый Е. К. Математические модели функции полезности денег: учебное пособие. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2009. 36 с.

26. Подиновский В. В., Потапов М. А. Метод взвешенной суммы критериев в анализе многокритериальных решений: Pro et Contra // Бизнес-информатика. 2013, № 3 (25). С. 41-48.

27. Микони С. В. Оценивание по критериям как завершающая ступень оценивания по полезности // Труды СПИИРАН. 2013. № 31. С. 6-19.

28. фон Нейман Дж., Моргенштерн О. Теория игр и экономическое поведение. Перев. с англ. под ред. и с доб. Н. Н. Воробьева. – М.: Главная редакция физико-математической литературы, изд-во «Наука», 1970. 708 с.

29. Кини Р. Л., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения. Пер. с англ. под ред. И. Ф. Шахнова. – М.: Радио и связь, 1981. 560 с.

30. Юнит-экономика: что это и зачем нужно // Сбер Бизнес. Клиенты и прибыль [Электронный ресурс]. 08.04.2025. – URL: [https://www.sberbank.ru/ru/s\\_m\\_business/pro\\_business/yunit-ekonomika-cto-eto-i-zachem-nuzhno](https://www.sberbank.ru/ru/s_m_business/pro_business/yunit-ekonomika-cto-eto-i-zachem-nuzhno). (дата обращения: 08.04.2025).

31. Касаткин Ф. Ю. Актуальность интегральной оценки качества обслуживания входящих вызовов в контакт-центре // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция; сб. науч. ст. в 4 т. Том 4. – СПб.: СПбГУТ, 2023. – С. 81-87.

32. Касаткин Ф. Ю. Интегральный критерий качества обслуживания входящих вызовов в контакт – центре // Инновационные исследования: опыт, проблемы внедрения результатов и пути решения: сборник статей Международной научно-практической конференции, Тюмень, 17 февраля 2025 года. – Уфа: ООО "ОМЕГА САЙНС", 2025. – С. 22-27.

33. Микони С. В., Соколов Б. В., Юсупов Р. М. Квалиметрия моделей и полимодельных комплексов: монография. – М.: РАН, 2018. – 314 с.

34. Микони С. В. Теория принятия управленческих решений: Учебное пособие. – СПб.: изд-во «Лань», 2015. 448 с.

35. ван Эттингер Дж., Ситтиг Дж. Больше ... через качество. – М.: изд-во стандартов, 1968. – 92 с.

36. 11 Essential Call Center Metrics and KPIs [Электронный ресурс]. 08.04.2025. – URL: <https://www.yorbeb.com/advisor/business/soytware/call-center-metrics/>. (дата обращения: 08.04.2025).

37. Давыдянц Д. Е., Остапенко Е. А., Скребцова Т. А. К определению понятий «Услуга» и «Качество услуги» // КАНТ. 2019. № 1 (30). С. 276-281.

38. Мизин В. Е., Ильин А. А. Вероятности усеченных законов распределения // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XVIII Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью»: сборник материалов в 8 т. Том 3. – Новосибирск: СГУГиТ, 2022. – С. 198-204.

## References

1. Shavandina I. V., Kuchin S. V., Kozlov V. A. Effektivnost razvitiya sferi uslug v Rossiiskoi Federatsii [Efficiency of development of the service sector in the Russian Federation]. *Vestnik NGIEI*, 2018, no. 8 (87), pp. 142-153 (in Russian).

2. Zagudailova D. A. Sushchnost ponyatiya «Usluga» i yee klassifikatsiya [The essence of the concept "Service" and its classification]. *Ekonomika i sotsium*, 2015, no. 3 (16), pp. 580-583 (in Russian)

3. The official Telegram channel of the Russian Ministry of Defense. Available at: [https://t.me/mod\\_russia/24565](https://t.me/mod_russia/24565). (accessed 08.04.2025) (in Russian).

4. Vikulov P. F., Kandibko N. V., Lapin G. N., Kambarov A. O. Nekotorie problemi sovershenstvovaniya kontraktirovaniya, tsenoobrazovaniya i organizatsii zakupok produktsii voennogo naznacheniya [Some problems of improving contracting, pricing, and procurement of military products]. *Vooruzhenie i ekonomika*, 2010, no. 4 (12), pp. 18-26 (in Russian).

5. Podolskii A. G. Sut i sodержanie ponyatiya verkhnei limitnoi tseni produktsii voennogo naznacheniya [The essence and content of the concept of the upper limit price of military products]. *Vooruzhenie i ekonomika*. 2015, no. 3 (32), pp. 63-70 (in Russian).

6. Marichev P. A. Nauchno–metodicheskii apparat obosnovaniya nachalnoi tseni kontrakta na razrabotku vooruzheniya i voennoi tekhniki protivovozdushnoi oboroni na osnove ucheta vozmozhnikh finansovikh poter zakazchika [Scientific and methodological apparatus for substantiating the initial price of a contract for the development of weapons and military equipment for air defense based on possible financial losses of the customer]. *Vooruzhenie i ekonomika*, 2010, no. 4 (12), pp. 45-51 (in Russian).

7. Khuzhina Yu. O., Metelyov D. A. Tselepolaganie sistemi menedzhmenta kachestva oboronno–promishlennogo predpriyatiya, kak osnova konkurentnogo preimushchestva [Setting goals for the quality management system of a military–industrial enterprise as the basis of a competitive advantage]. *Fizika. Tekhnologii. Innovatsii: sbornik statei VII Mezhdunarodnoi molodezhnoi nauchnoi konferentsii* [Physics. Technologies. Innovations: collection of articles of the VII International Youth Scientific Conference]. Yekaterinburg, Ural Federal Univercity, 2020, pp. 115-121 (in Russian).

8. Kuzmina P. N. Obespechenie kachestva i riski v deyatel'nosti predpriyatii oboronno-promishlennogo kompleksa [Quality assurance and risks in the activities of enterprises of the military–industrial complex]. *Peterburgskii ekonomicheskii zhurnal*, 2018, no. 3, pp. 122-131 (in Russian).

9. Lavrinov G. A., Khrustalev Ye. Yu. Metodi prognozirovaniya tsen na produktsiyu voennogo naznacheniya [Methods of forecasting prices for military products]. *Problemi prognozirovaniya*, 2006, no. 1, pp. 87-96 (in Russian).

10. Lavrinov G. A., Podolskii A. G., Bakhanovich D. N. Formirovanie tsen na vooruzhenie i voennuyu tekhniku: problemi i puti ikh resheniya [Pricing of weapons and military equipment: problems and ways to solve them]. *Vooruzhenie i ekonomika*, 2010, no. 4 (12), pp. 12-17 (in Russian).

11. Lavrinov G. A., Podolskii A. G., Khrustalyov Ye. Yu. Analiz faktorov, vliyayushchikh na tsenoobrazovanie produktsii voennogo naznacheniya [Analysis of factors influencing the pricing of military products]. *Finansovaya analitika: problemi i resheniya*, 2012, no. 28, pp. 2-8 (in Russian).

12. Lavrinov G. A., Podolskii A. G., Khrustalev Ye. Yu. Kontseptsii postroeniya sistemi vnutrennego tsenoobrazovaniya na produktsiyu voennogo naznacheniya [Concepts for building a system of internal pricing for military products]. *Finansovaya analitika. Problemi i resheniya*, 2012, no. 29, pp. 2-10 (in Russian).

13. Podolskii A. G., Lavrinov G. A. K voprosu o voenno–ekonomicheskoi effektivnosti ispolzovaniya finansovikh resursov pri planirovanii sozdaniya produktsii voennogo naznacheniya [On the issue of military-economic efficiency of using financial resources in planning the creation of military products]. *Vooruzhenie i ekonomika*, 2012, no. 2 (18), pp. 38-25 (in Russian).

14. Podolskii A. G., Lavrinov G. A., Kosenko A. A. *Stoimostnie pokazateli produktsii voennogo naznacheniya: teoreticheskie i metodicheskie osnovi otsenki. Pod red. zaslužennogo deyatelya nauki Rossiiskoi Federatsii, doktora tekhnicheskikh nauk, professora V.M. Burenka* [Cost indicators of military products: theoretical and methodological bases for assessment. Edited by Honored Scientist of the Russian Federation, Doctor of Technical Sciences, Professor V.M. Burenok]. Saint Petersburg, Military Academy of Logistics, 2011, 304 pp. (in Russian).

15. Lavrinov G. A., Podolskii A. G. Tsenoobrazovanie na produktsiyu voennogo naznacheniya: ot zatratnoi k tsennostnoi kontseptsii [Pricing of military products: from cost to value concept]. *Vooruzhenie i ekonomika*, 2012, no. 1 (17), pp. 58-65 (in Russian).

16. Lavrinov G. A., Podolskii A. G. Upravlenie tsenoobrazovaniem na produktsiyu voennogo naznacheniya pri realizatsii tsennostnoi kontseptsii [Pricing management for Military Products in the Implementation of the Value Concept]. *Innovatsii*, 2013, no. 8 (178), pp. 31-38 (in Russian).

17. Budishcheva I. A., Plotkin Ya. D. *Regulirovanie zatrat na obespechenie kachestva produktsii* [Regulation of costs for ensuring product quality]. Moscow, Standards Publ., 1989, 184 p. (in Russian).

18. Aristov O. V. *Upravlenie kachestvom* [Quality management]. Moscow, INFRA–M Publ., 2006, 240 p. (in Russian).

19. Feigenbaum A. V. *Total Quality Control*. McGraw–Hill, 1983, 831 p.

20. Ryabova P. V. *Ekonomika kachestva* [Economics of quality]. Ulyanovsk, Ulyanovsk State Technical University, 2021, 222 p. (in Russian).

21. Efimov V. V. *Uluchshenie kachestva produktsii, protsessov i resursov* [Improvement of the quality of products, processes and resources]. Moscow, KNORUS Publ., 2007, 223 p. (in Russian).

22. Alesinskaya T. V. *Osnovi logistiki. Funktsionalnie oblasti logisticheskogo upravleniya* (ch. 3) [Fundamentals of Logistics. Functional areas of logistics management (p. 3)]. Taganrog, Engineering and Technological Academy of Southern Federal University Publ., 2010, 116 p. (in Russian).

23. Shimanovskii D. V. *Mikroekonomicheskoe modelirovanie i sistemnii analiz* [Microeconomic modeling and systems analysis]. Perm, Perm State National Research University, 2022, 131 p. (in Russian).

24. Simkina L. G. *Mikroekonomika. 2–ye izd.* [Microeconomics. 2<sup>nd</sup> edition]. Moscow, KNORUS, 2013, 360 p. (in Russian).

25. Belii Ye. K. *Matematicheskie modeli funktsii poleznosti deneg* [Mathematical models of money utility functions]. Petrozavodsk, Petrozavodsk State University Publ., 2009, 36 p. (in Russian).
26. Podinovskii V. V., Potapov M. A. Metod vzveshennoi summi kriteriev v analize mnogokriterialnykh reshenii: Pro et Contra [Weighted sum of criteria method in multicriteria decision analysis: Pro et Contra]. *Biznes informatika*, 2013, no. 3 (25), pp. 41-48 (in Russian).
27. Mikoni S. V. Otsenivanie po kriteriyam kak zavershayushchaya stupen otsenivaniya po poleznosti [Criteria-based assessment as a final stage of utility-based assessment]. *Trudi SPIIRAN*, 2013, no. 31, pp. 6-19 (in Russian).
28. von Neuman D., Morgenshtern O. *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton University Press, 1953, 659 p.
29. Keeney R. L., Raiffa H. *Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs*. John Wiley & Sons Inc., 1976, 569 p.
30. Yunit–ekonomika: chto eto i zachem nuzhno [Unit-economics: what is it and what is it for]. *Sber Biznes. Klienti i pribil.* Available at: [https://www.sberbank.ru/ru/s\\_m\\_business/pro\\_business/yunit-ekonomika-chto-eto-i-zachem-nuzhno](https://www.sberbank.ru/ru/s_m_business/pro_business/yunit-ekonomika-chto-eto-i-zachem-nuzhno). (accessed 08.04.2025) (in Russian).
31. Kasatkin F. Yu. Aktualnost integralnoi otsenki kachestva obsluzhivaniya vkhodyashchikh vizovov v kontakt-tsentre [The topicality of an integrated assessment of the quality of service of incoming calls in a contact center]. *Aktualnie problemi infotelekkommunikatsii v nauke i obrazovanii. XII Mezhdunarodnaya nauchno–tekhnicheskaya i nauchno–metodicheskaya konferentsiya; sb. nauch. st. v 4 t. Edited by. S. I. Makarenko; compiled by V. P. Yelagin, Ye. A. Anikevich.* Saint Petersburg, Saint Petersburg State University of Telecommunications, 2023, vol. 4, pp. 81-87 (in Russian).
32. Kasatkin F. Yu. Integralnii kriterii kachestva obsluzhivaniya vkhodyashchikh vizovov v kontakt – tsentre [Integral criteria of quality of service of incoming calls in a contact center]. *Innovatsionnie issledovaniya: opit, problemi vnedreniya rezultatov i puti resheniya: sbornik statei Mezhdunarodnoi nauchno–prakticheskoi konferentsii*, Tyumen, 17.02.2025. Ufa, OMEGA SAINS Co Ltd, 2025, pp. 22-27 (in Russian).
33. Mikoni S. V., Sokolov B. V., Yusupov R. M. *Kvalimetriya modelei i polimodelnykh kompleksov: monographia* [Qualimetry of models and polymodel complexes: monograph]. Moscow, Russian Academy of Science, 2018, 314 p. (in Russian).
34. Mikoni S. V. *Teoriya prinyatiya upravlencheskikh reshenii* [Theory of managerial decision making]. Saint Petersburg, Lan Publ., 2015, 448 p. (in Russian).
35. van Ettinger J., Sittig J. *More ... through quality*. International Quality Center, Rotterdam, 1965, 174 p.
36. 11 Essential Call Center Metrics And KPIs. Available at: <https://www.yorbep.com/advisor/business/software/call-center-metrics/> (accessed 08.04.2025).

37. Davidyants D. E., Ostapenko Ye. A., Skrebtsova T. A. К определению понятий «Услуга» и «Качество услуги» [On the definition of the concepts "Service" and "Quality of Service"]. *KANT*, 2019, no. 1 (30), pp. 276-281 (in Russian).

38. Mizin V. E, Ilin A. A. Veroyatnosti usechennikh zakonov raspredeleniya [Probabilities of truncated distribution laws]. *Interekspo GEO–Sibir. XVIII Mezhdunar. nauch. kongr., 18–20 maya 2022 g., Novosibirsk: sbornik materialov v 8 t. T. 3: Mezhdunar. nauch. konf. «Ekonomicheskoe razvitie Sibiri i Dalnego Vostoka. Ekonomika prirodopolzovaniya, zemleustroistvo, lesoustroistvo, upravlenie nedvizhimostyu»* [XVIII Interexpo GEO-Sibir International Science Congress, May, 18-20, 2022. Collection of Materials in 8 Volumes. Vol. 3: Economical Development of Siberia and the Far East. Economics of nature management, land management, forest management, real estate management International Science Conference]. Novosibirsk, Siberian State University of Geosystems and Technologies, 2022, pp. 198-204 (in Russian).

Статья поступила 16 июня 2025 г.

### Информация об авторе

*Касаткин Феликс Юрьевич* – соискатель ученой степени кандидата технических наук. Начальник управления информационных технологий и связи. ООО «Газпром межрегионгаз Санкт-Петербург». Область научных интересов: теория принятия решений; теория важности критериев; теория управления качеством. E-mail: fkasatkin@yandex.ru

Адрес: Россия, 190000, Конногвардейский б-р, 17.

---

## On the effective form of quality function in the relationship between the customer and the supplier of military products

F. Yu. Kasatkin

**Problem statement:** Traditional cost-based pricing for the supply of military products does not create economic prerequisites for the supplier to improve the quality of the supplied products (including works and services). One of the effective ways to solve this problem is to use a new value concept for military products. This paper shows how a scientifically based approach to quality management makes it possible, within the framework of a value concept, to ensure the required quality and cost of military services provided to the customer due to the economic interest of the supplier. **Methods:** mathematical modeling of the dependence of the service provider's profit on the quality of the service; definition and optimization of the functions of quality and usefulness of the service. **Results:** based on the selected method, a model of the economic relationship between the customer and the military service provider and a methodology for determining the value of the service received by the customer are constructed. The hypothesis of the study was that the introduction of the concept of the quality function of the service received and the effective choice of its type economically stimulates the supplier to provide a service with quasi-optimal quality and cost. The quality function selected based on the results of the simulation ensures the value of the service by 21% more than the best of the alternatives considered. The proposed technique demonstrates good stability

of the results to changes in a priori unknown parameters of the model. Thus, the developed methodology ensures that the customer receives a military service with quasi-optimal quality and value due to the supplier's economic interest. **Practical significance:** the results of the study can be used both for the purchase of military products and for solving a wide range of other applied tasks in the civilian field, which can be reduced to the tasks being solved in the research. They make it possible to increase the value of goods, works, and services received by the customer due to the economic interest of the supplier.

**Keywords:** military services; value concept; quality of services; quality function; cost function; cost function; profit; savings; generalizing function; service value function.

### Information about the author

*Feliks Yurievich Kasatkin* – candidate for a PhD degree. Head of IT department. Gazprom mezhregiongaz Saint Petersburg LLC. Field of research: decision theory; criteria importance theory; quality management theory. E-mail: fkasatkin@yandex.ru

Address: Russia, 190000, Saint Petersburg, Konnogvardeysky brd, 17.